

SmartForestTools und Fernerkundung

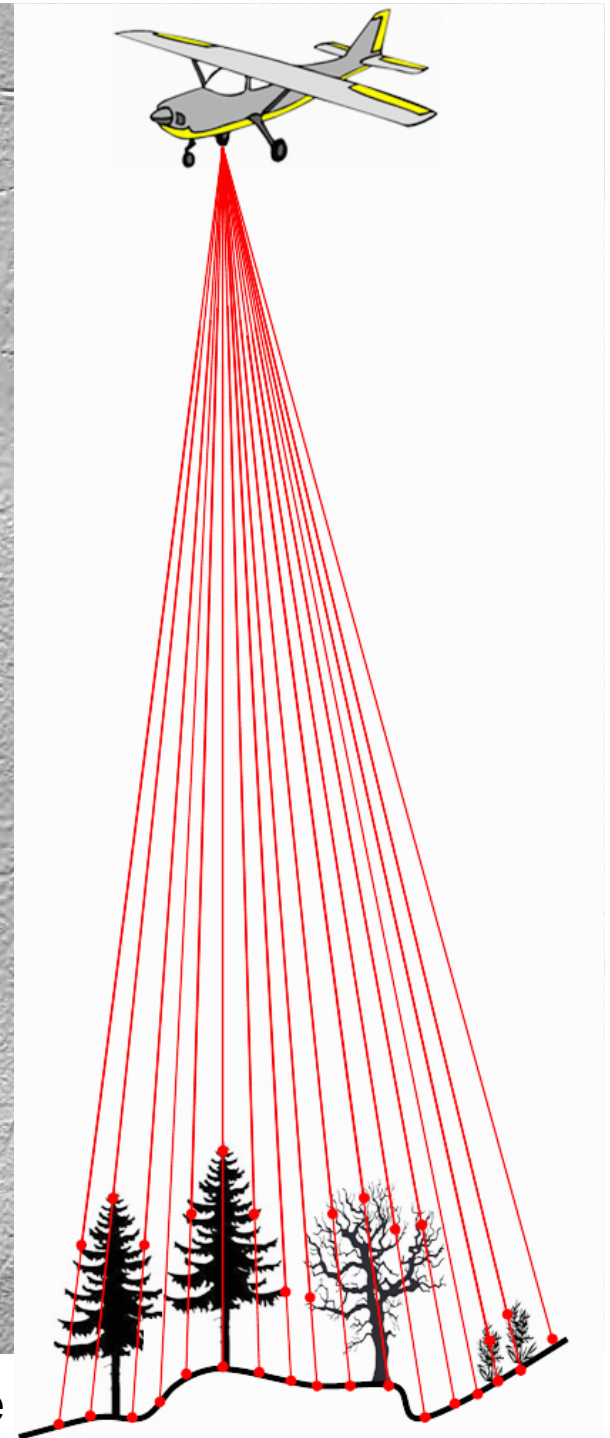
- Welche Daten stehen zur Verfügung?
- Welche Daten kommen auf uns zu?
- Wie können wir sie im Tagesgeschäft nutzen?
- Forstinventuren auf Basis von Laserscanning
- Smart Forest Tools
- Ausblick: Einzelbaum-Daten



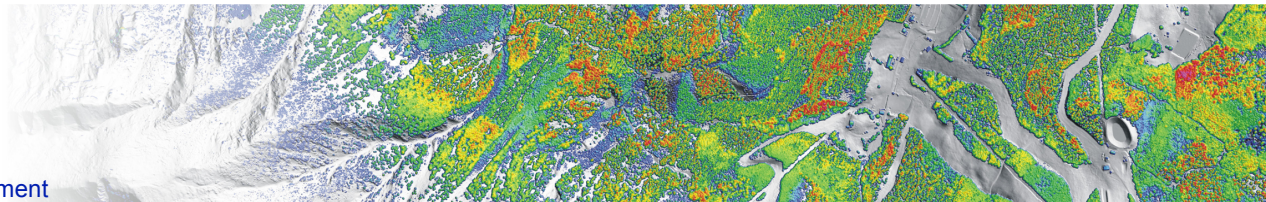
Günther Bronner

Beruflicher Hintergrund und Erfahrungen

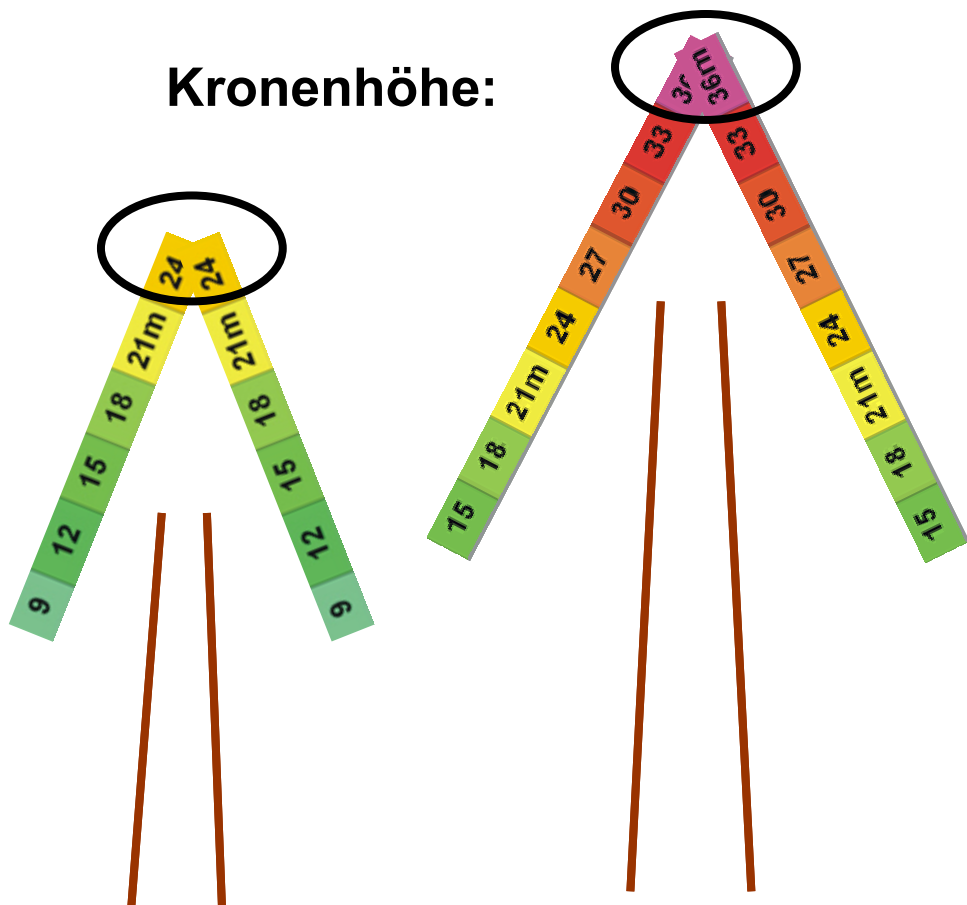
- **Österreichische Bundesforste, 1983-2000**
Forsteinrichtung, GIS und Fernerkundung
- **Umweltdata Geschäftsführer und Gesellschafter seit 2001**
Forest Sustainability :Monitoring :Mapping :Modeling :Management
- **Über 100 Forstinventurprojekte, über 70.000 Probepunkte**
- **Über 200 Forsteinrichtungsprojekte >1000ha**
- **Praktische Anwendung von Laserscanningdaten seit 2006**
- **Inventuren für Ankaufsentscheidungen**
- **Wildeinfluss-Monitoring**
- **Waldwachstumsmodelle, Nutzungspotentialanalysen**
- **Optimierung von Forstinventuren mit Laserscanningdaten**
- **Forschungsprojekte mit BOKU, TU-Wien, TU-Graz, UNI Klagenfurt, Joanneum Research**
- **Konferenzen: Silvilaser 2010, 2012, 2013; ForestSAT 2016**



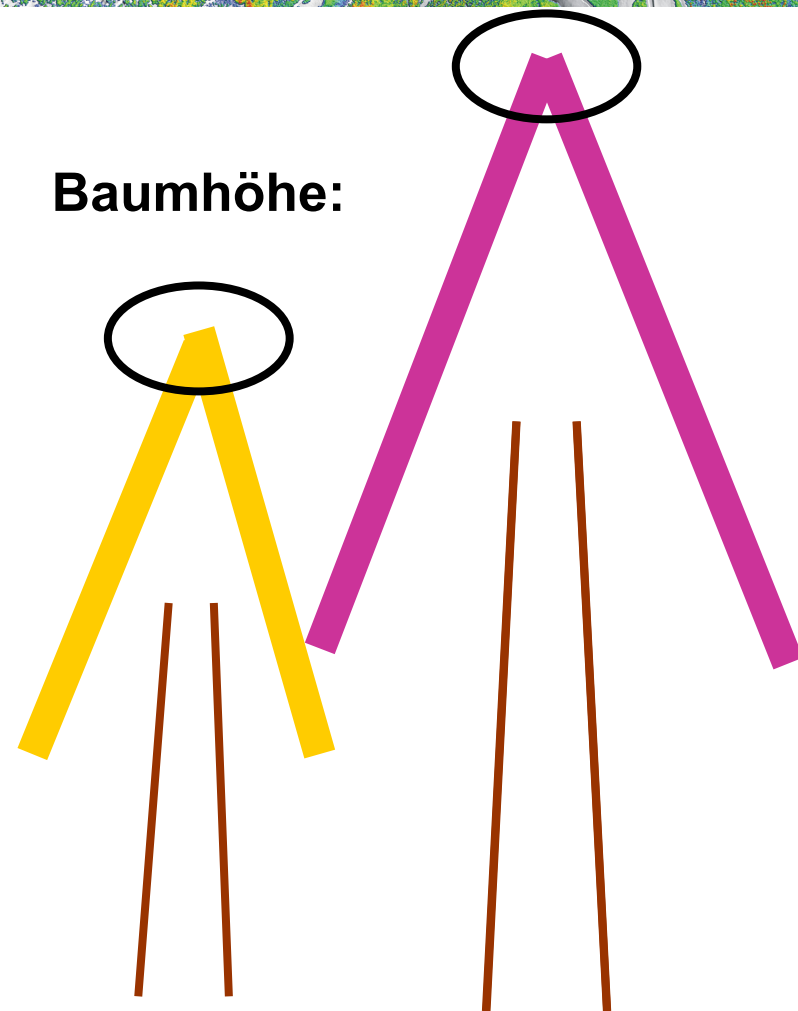
Laserscanning: Letztes Echo = Boden, erstes Echo = Krone

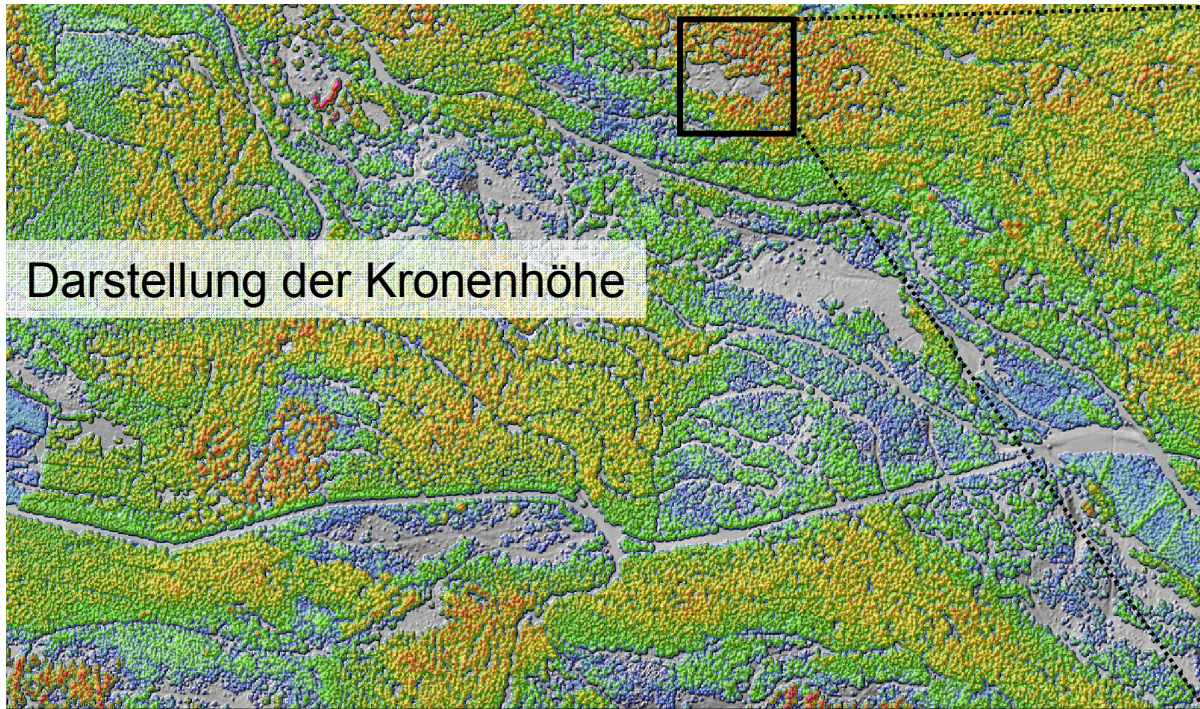


Kronenhöhe:

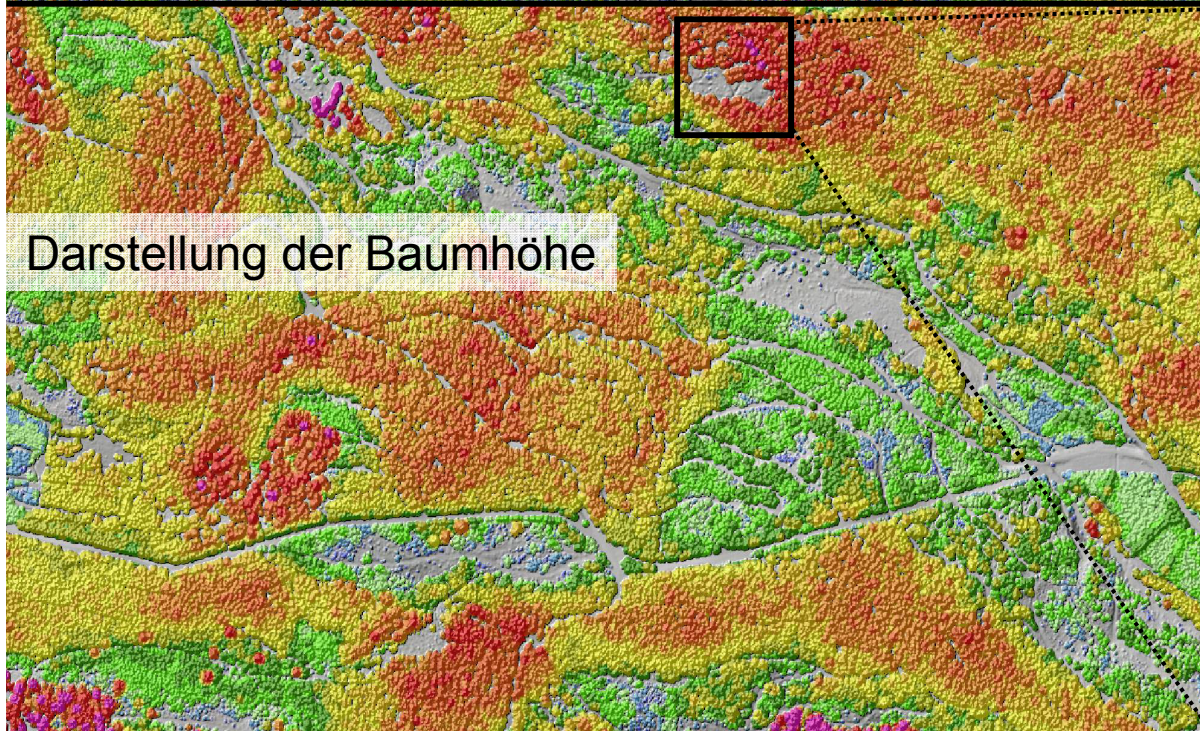
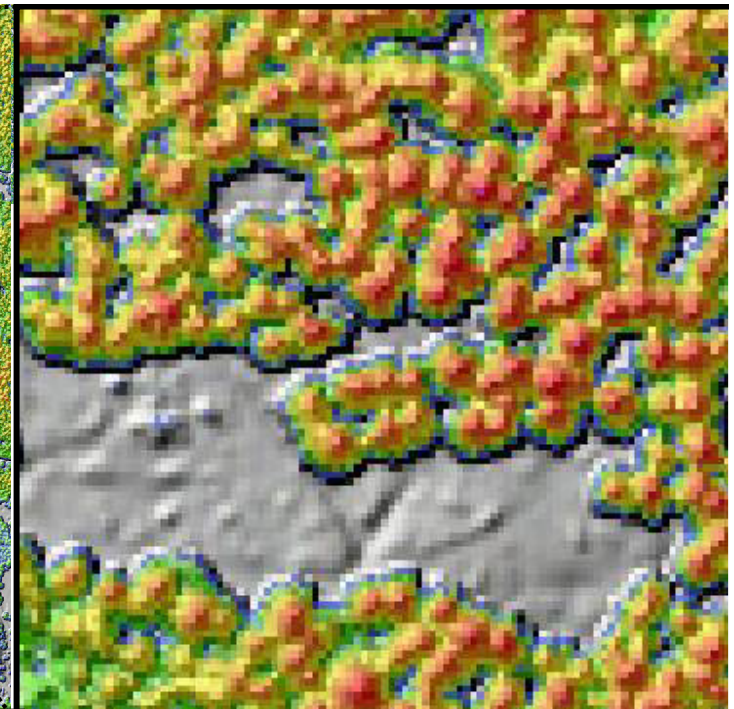


Baumhöhe:

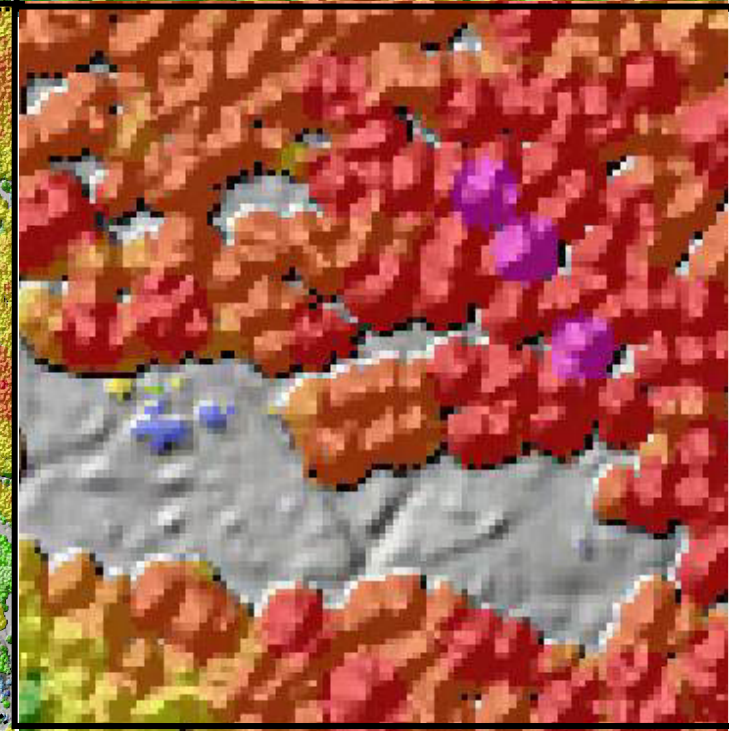


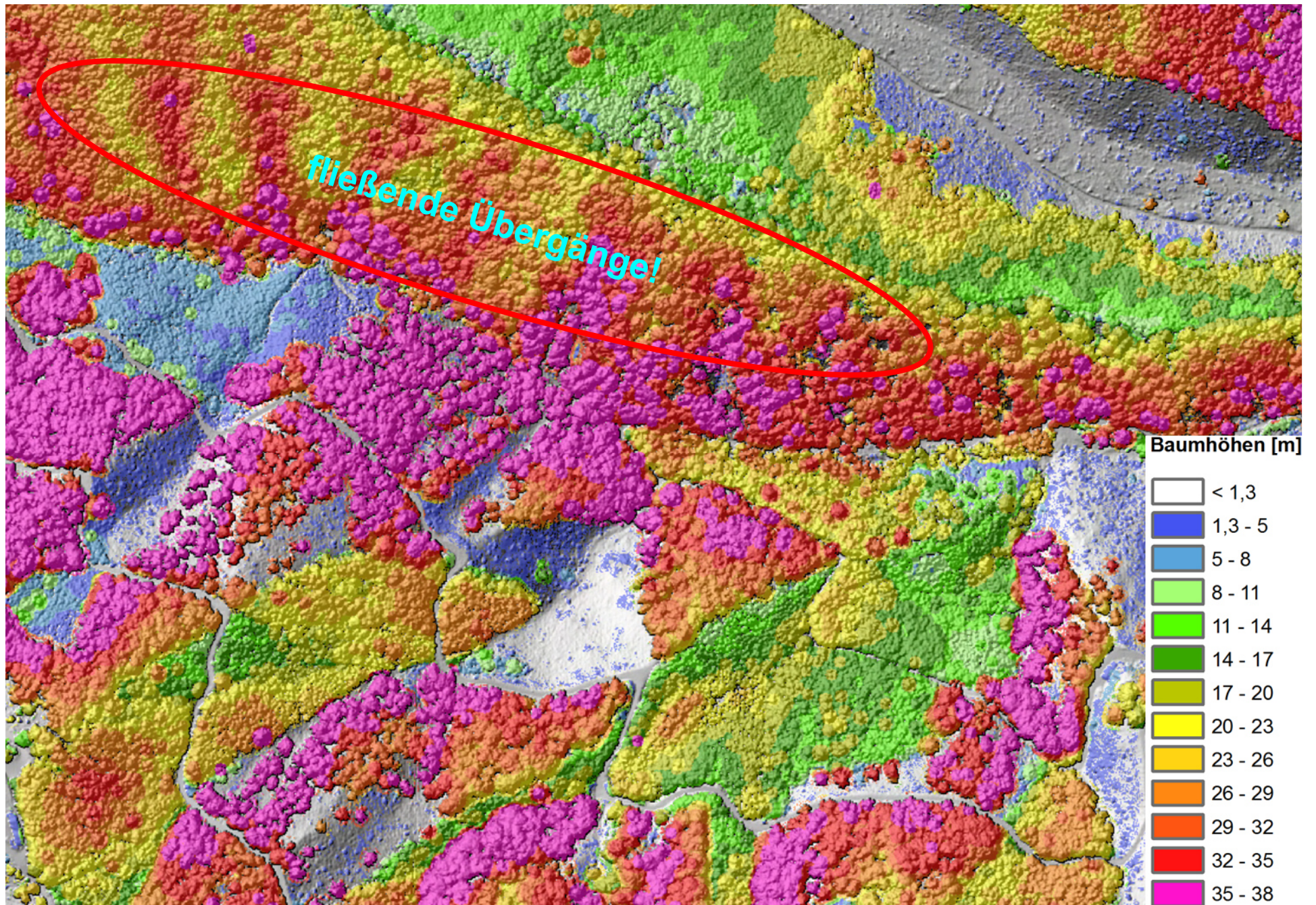


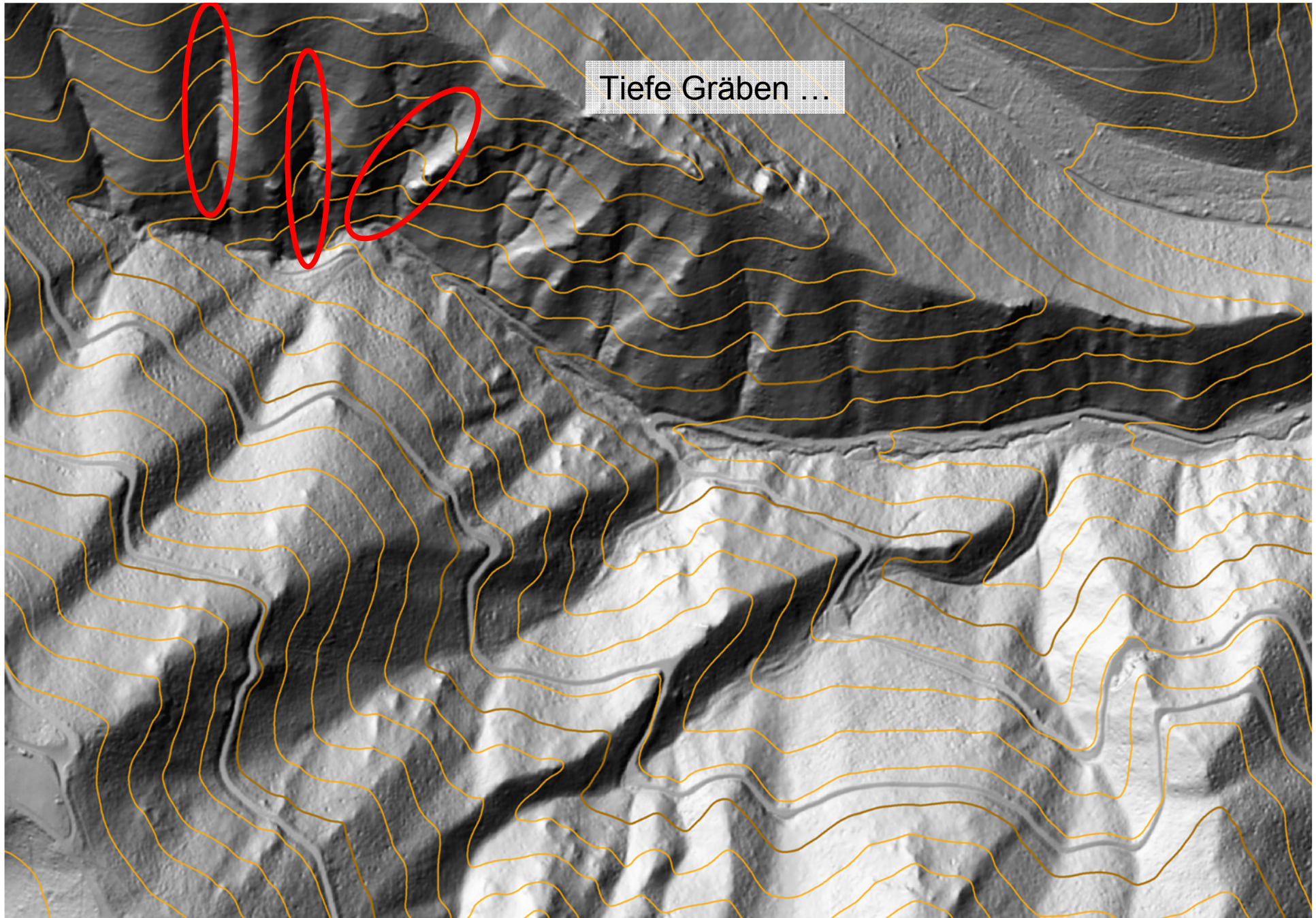
Darstellung der Kronenhöhe



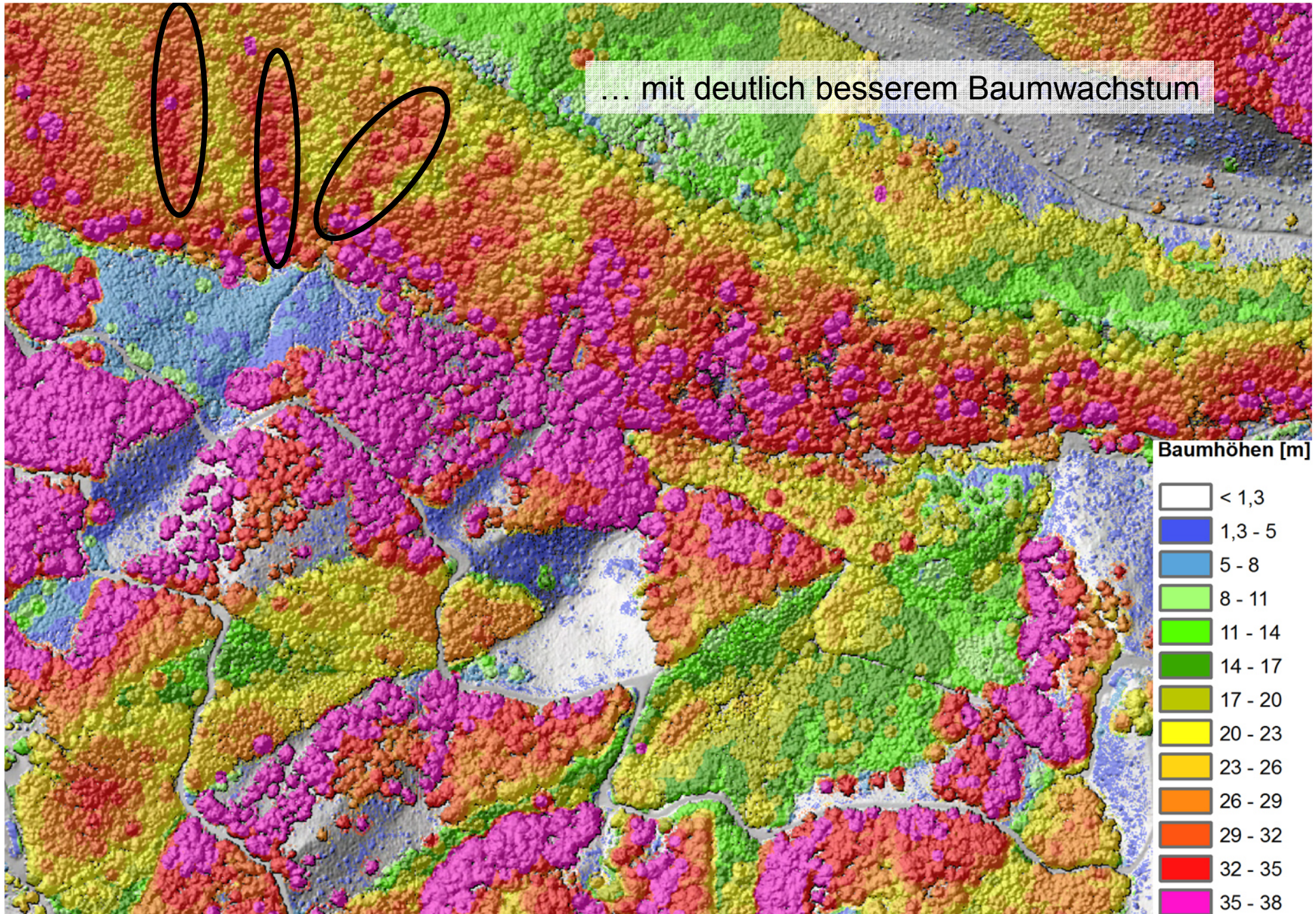
Darstellung der Baumhöhe

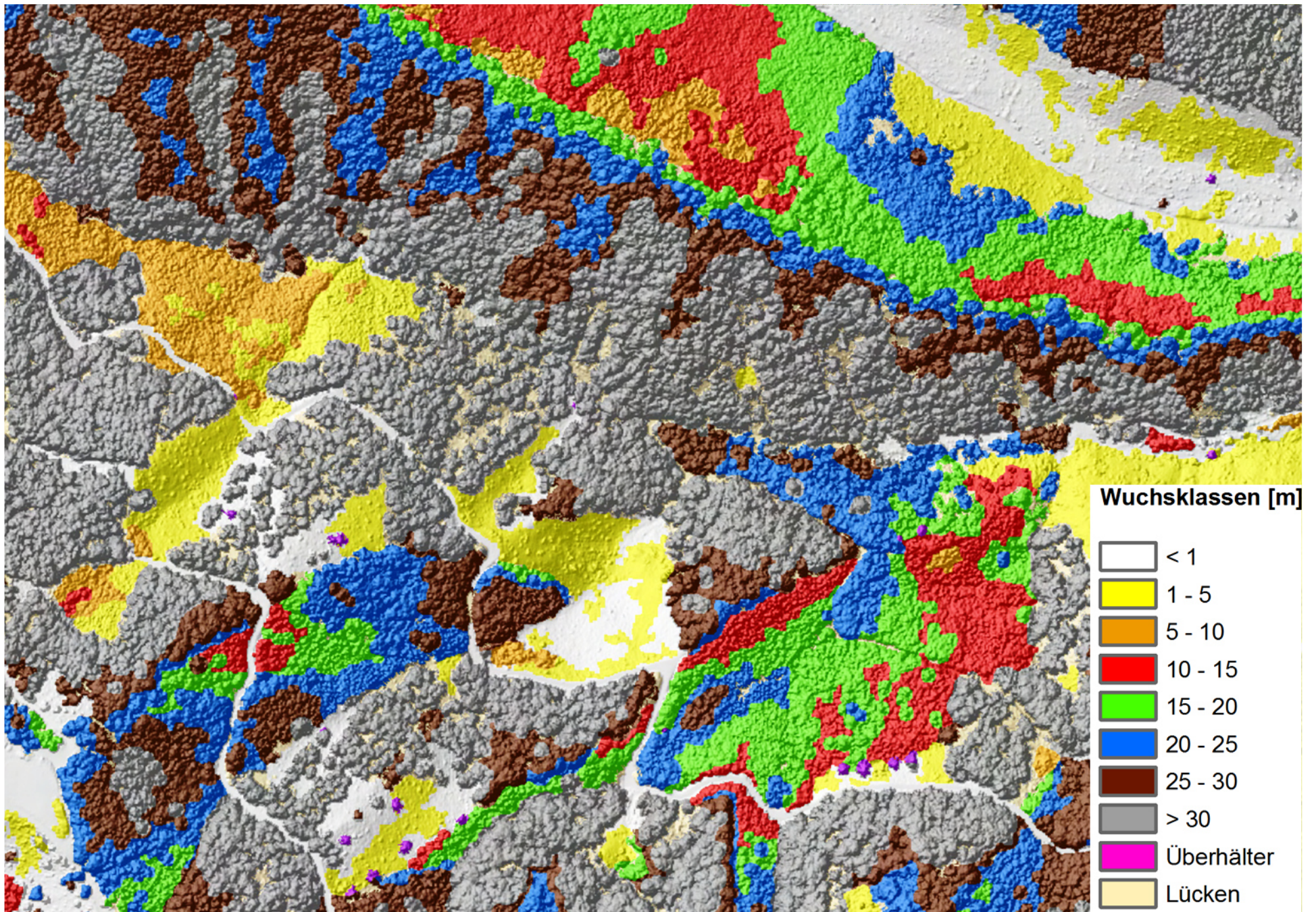


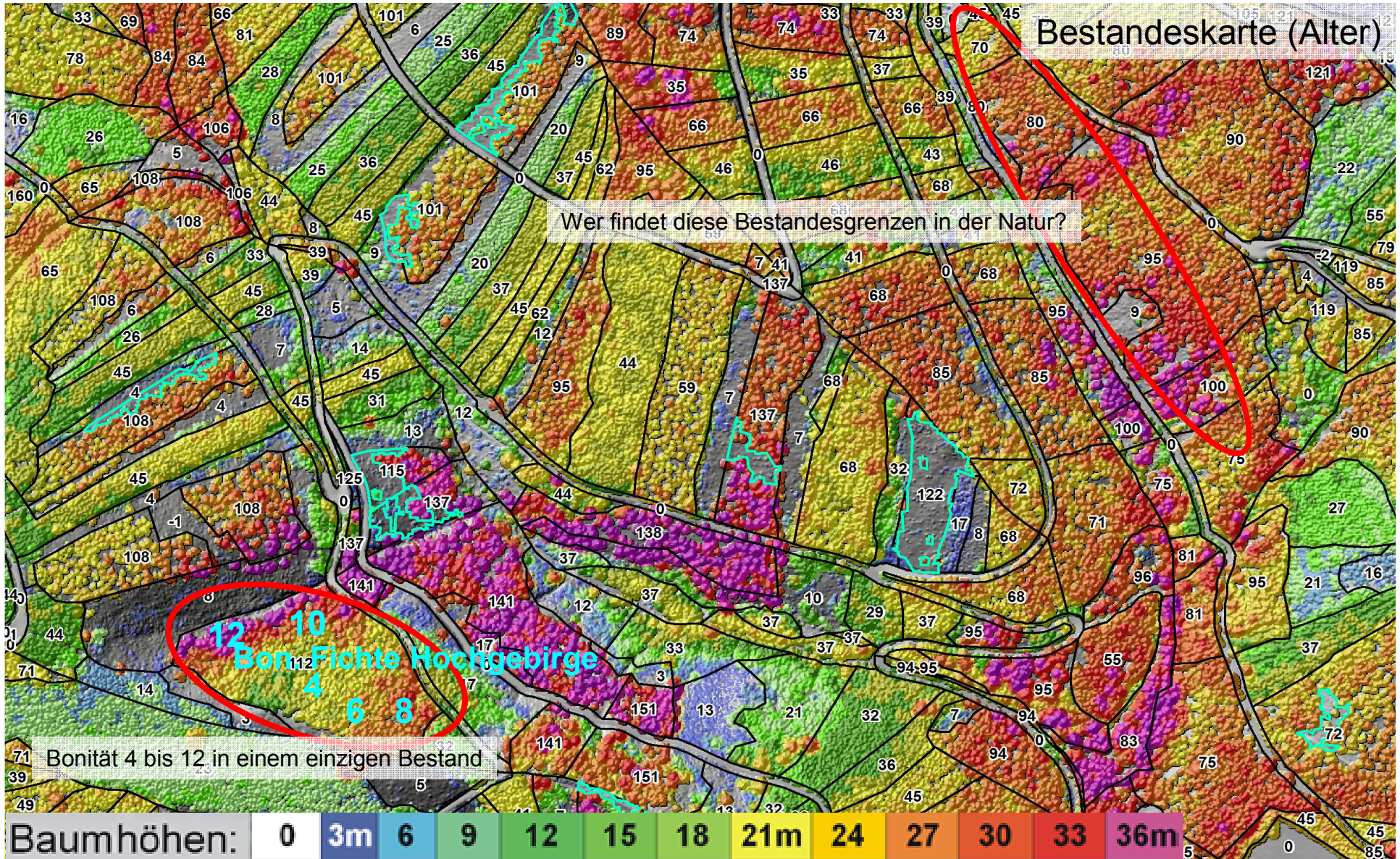
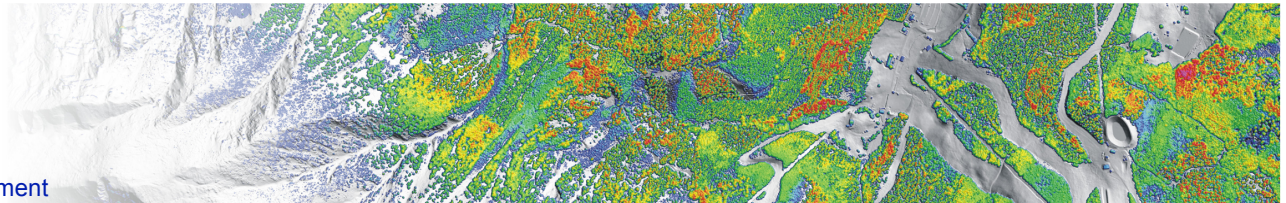


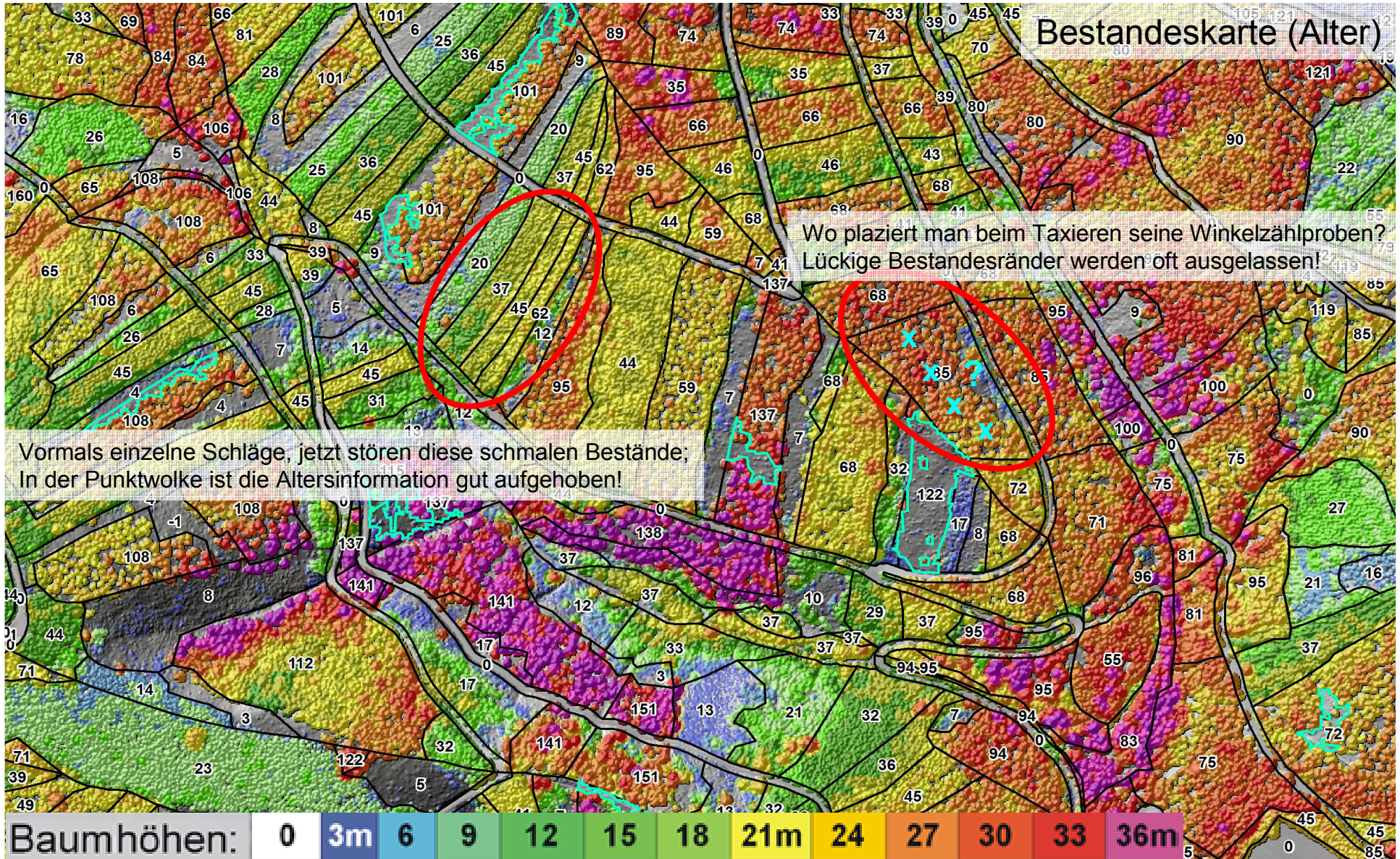
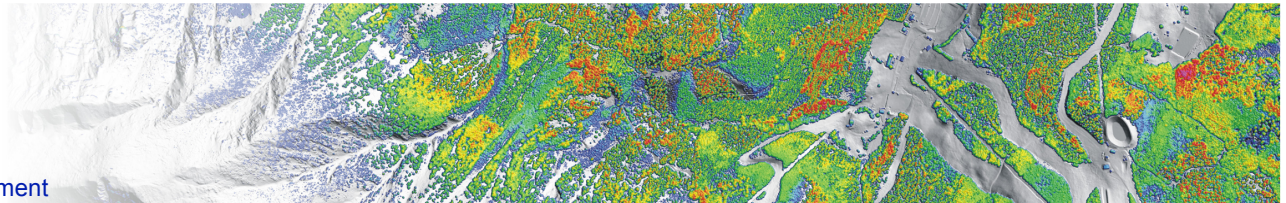


Tiefe Gräben ...





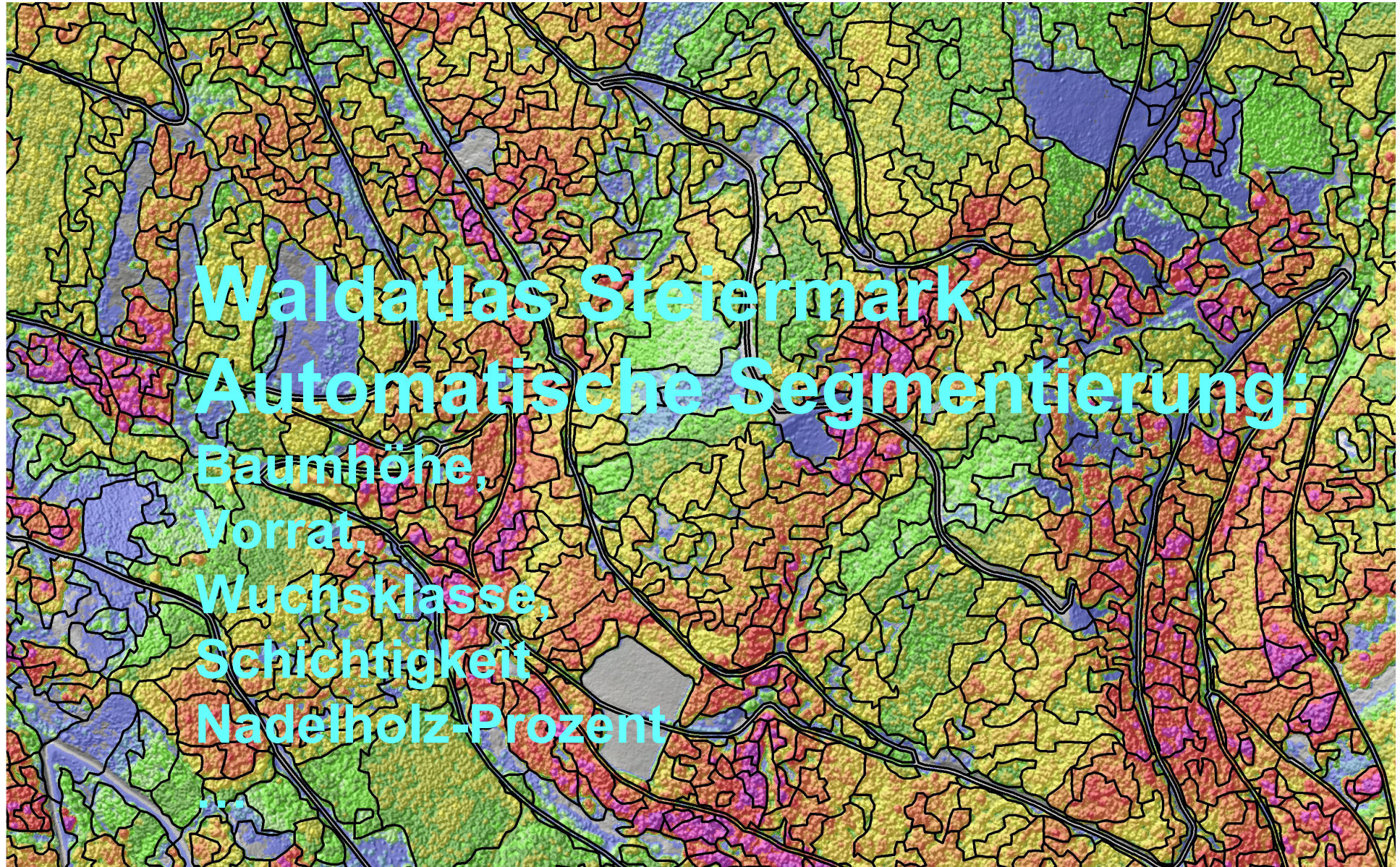
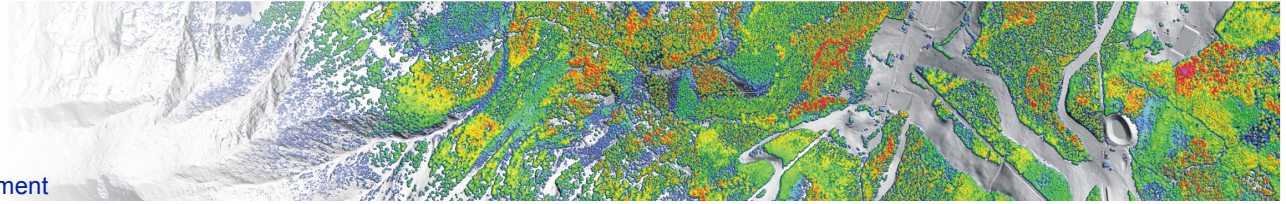


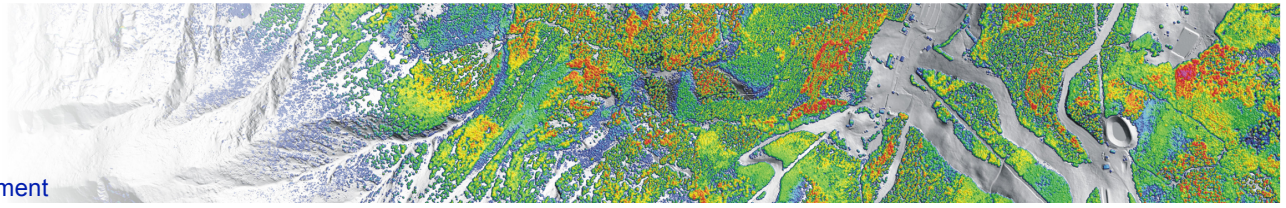




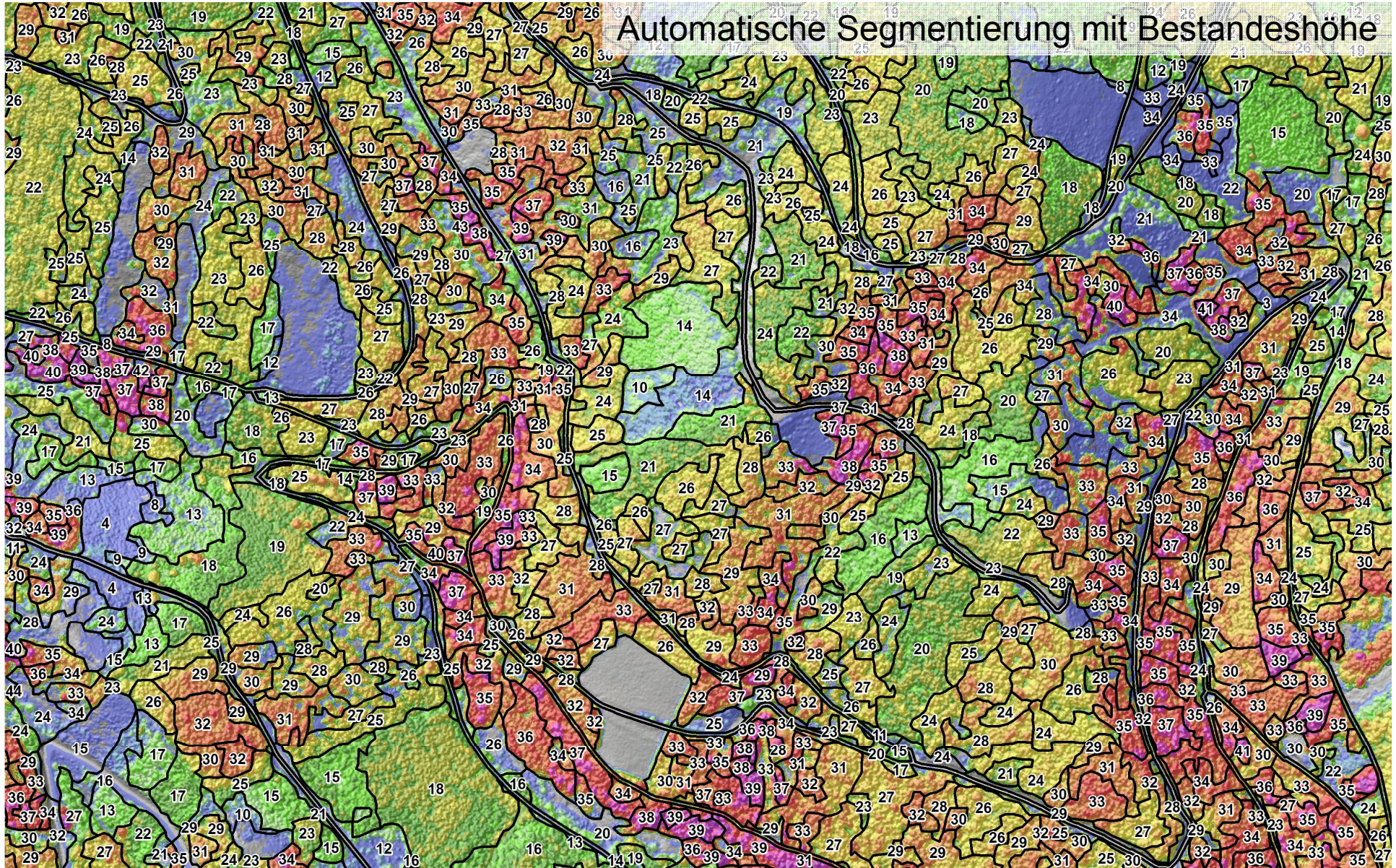
... seit die Forstwirtschaft vor 300 Jahren die Nachhaltigkeit für sich entdeckt hat, wird der Wald in Unterabteilungen segmentiert. Es war bislang die einzige Möglichkeit um ihn beschreibbar und planbar zu machen.

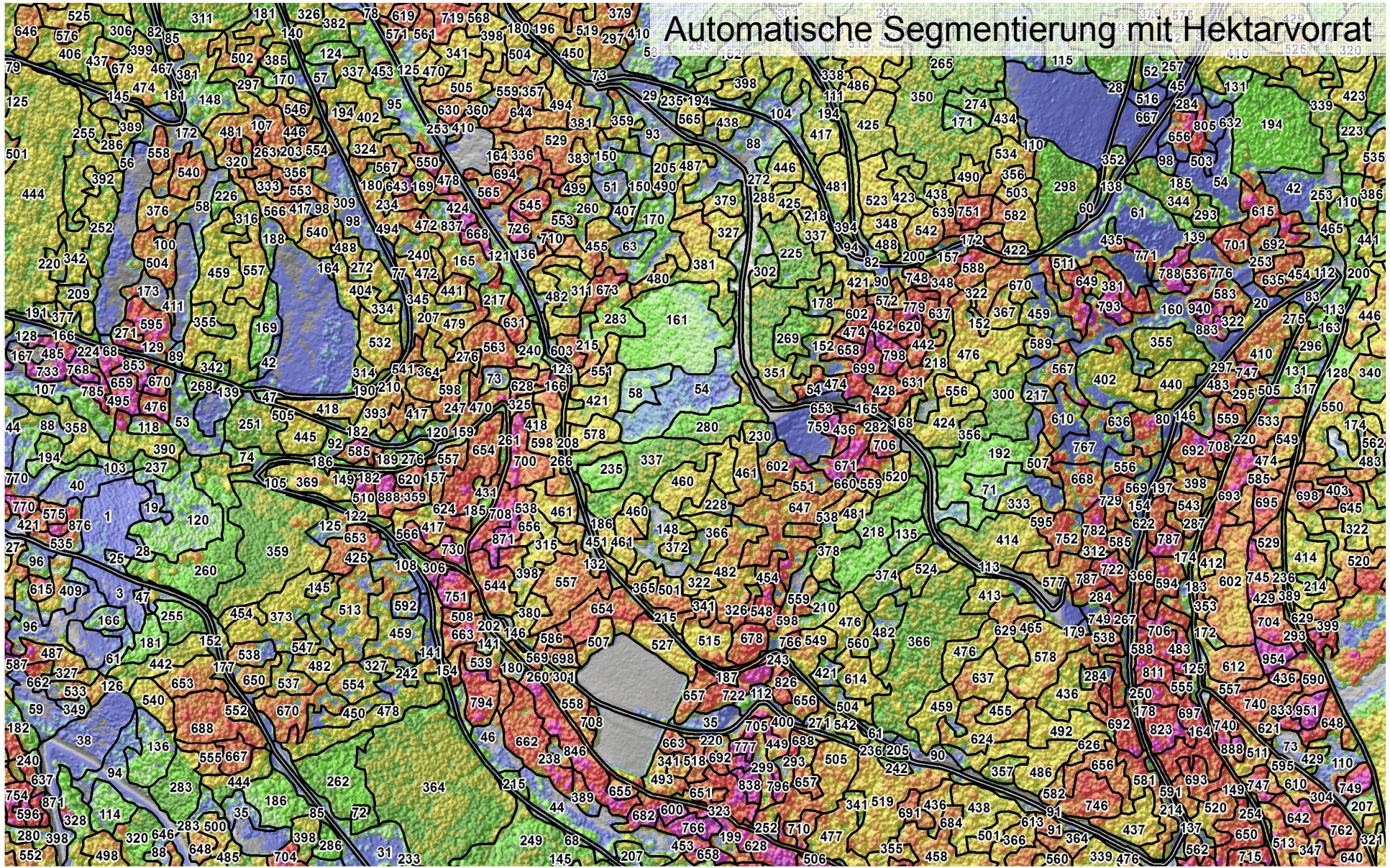
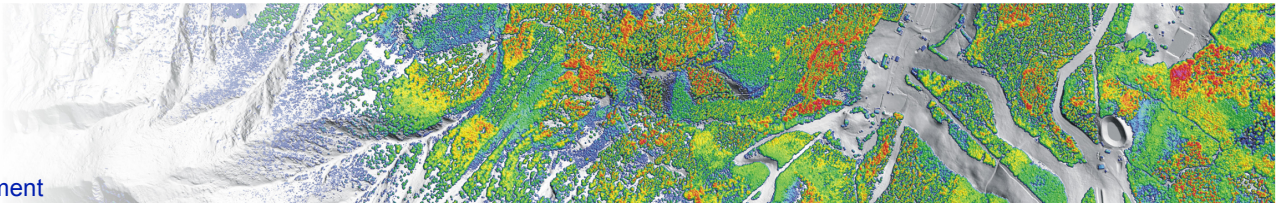
Forstkarte aus 1759, Grundlsee, Salzkammergut

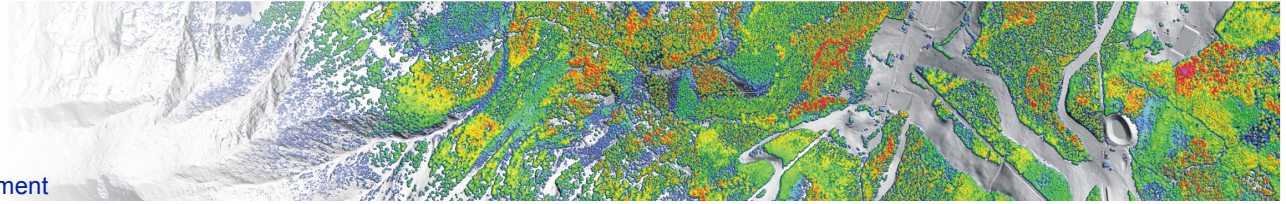




Automatische Segmentierung mit Bestandeshöhe



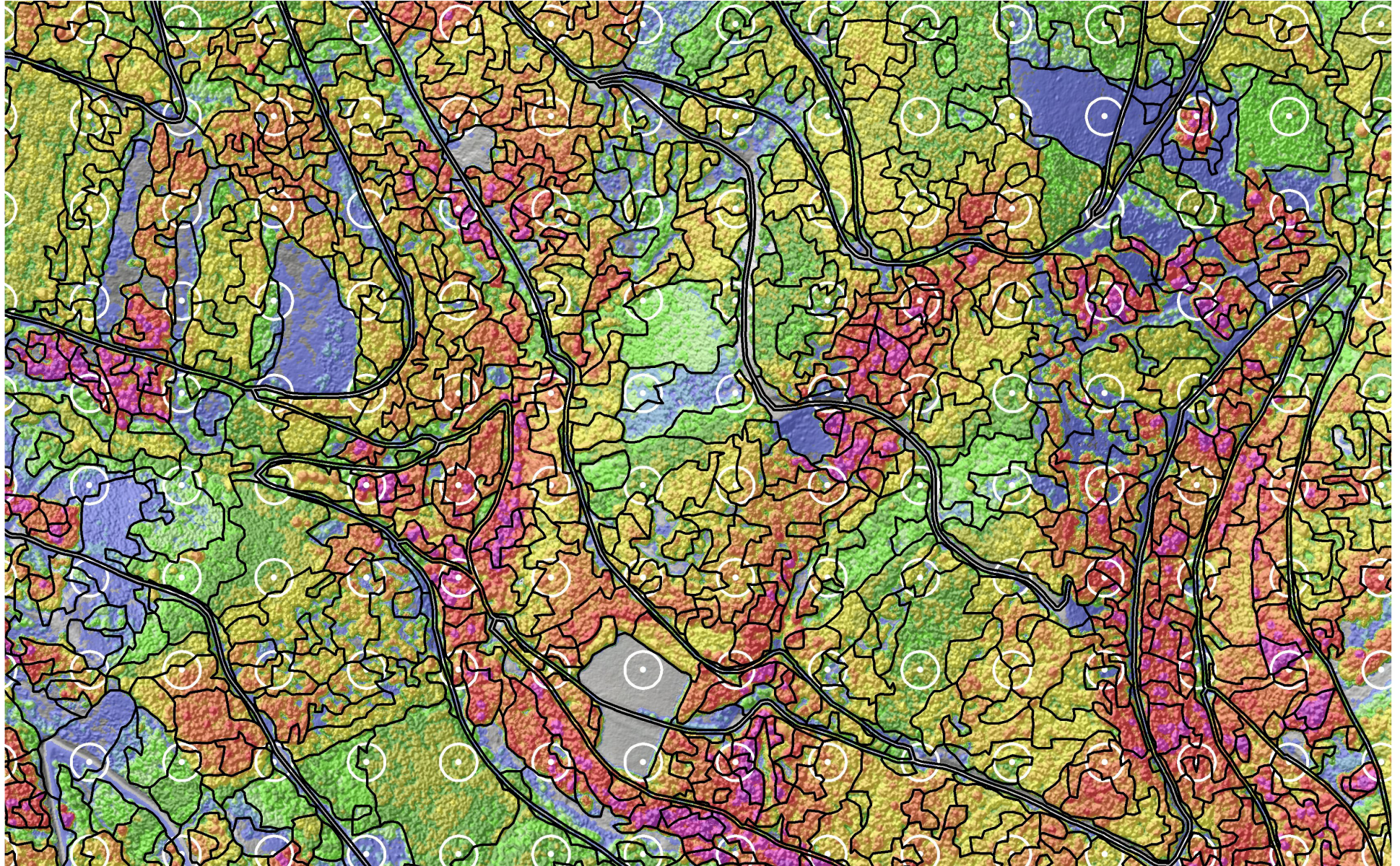


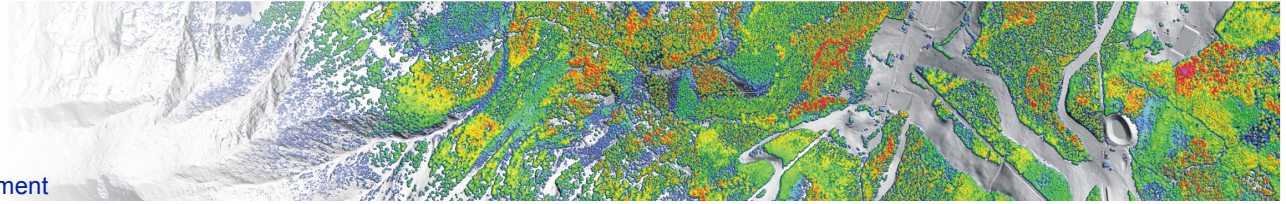


Vorteile der Segmentierung für SPI

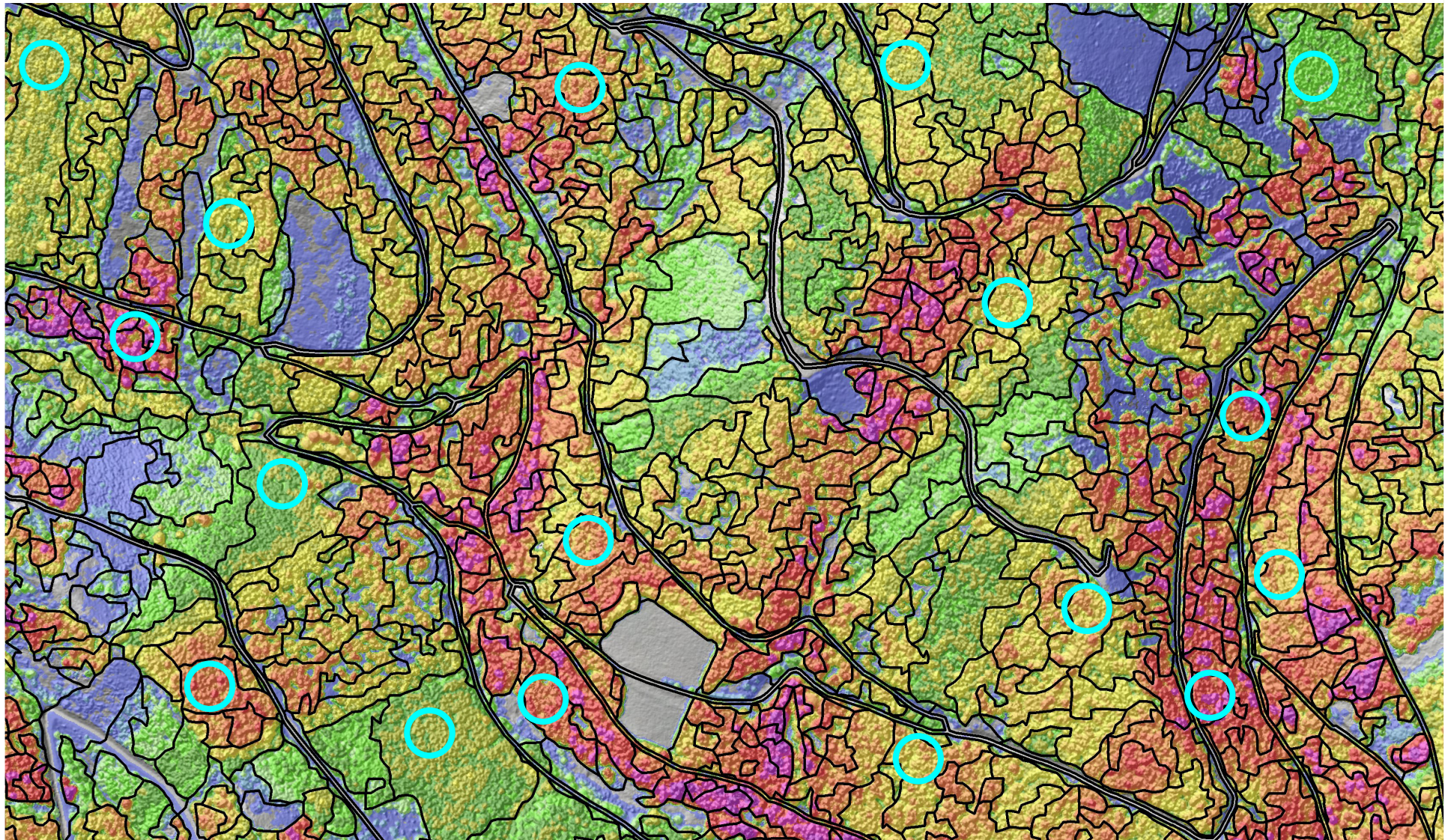
- +/- homogene Einheit – „Bestand“
- Wenigen SPI-Punkten => hohe Genauigkeit
- 200-250 Punkte => Vorrat: +/- 5%
- Ergebnis kann auf Fläche interpoliert werden
- Weniger Kosten, höherer Nutzen
- Flächige Aktualisierung nach Kalamitäten

Punktlage eines regelmäßigen Stichprobenrasters auf automatischer Segmentierung



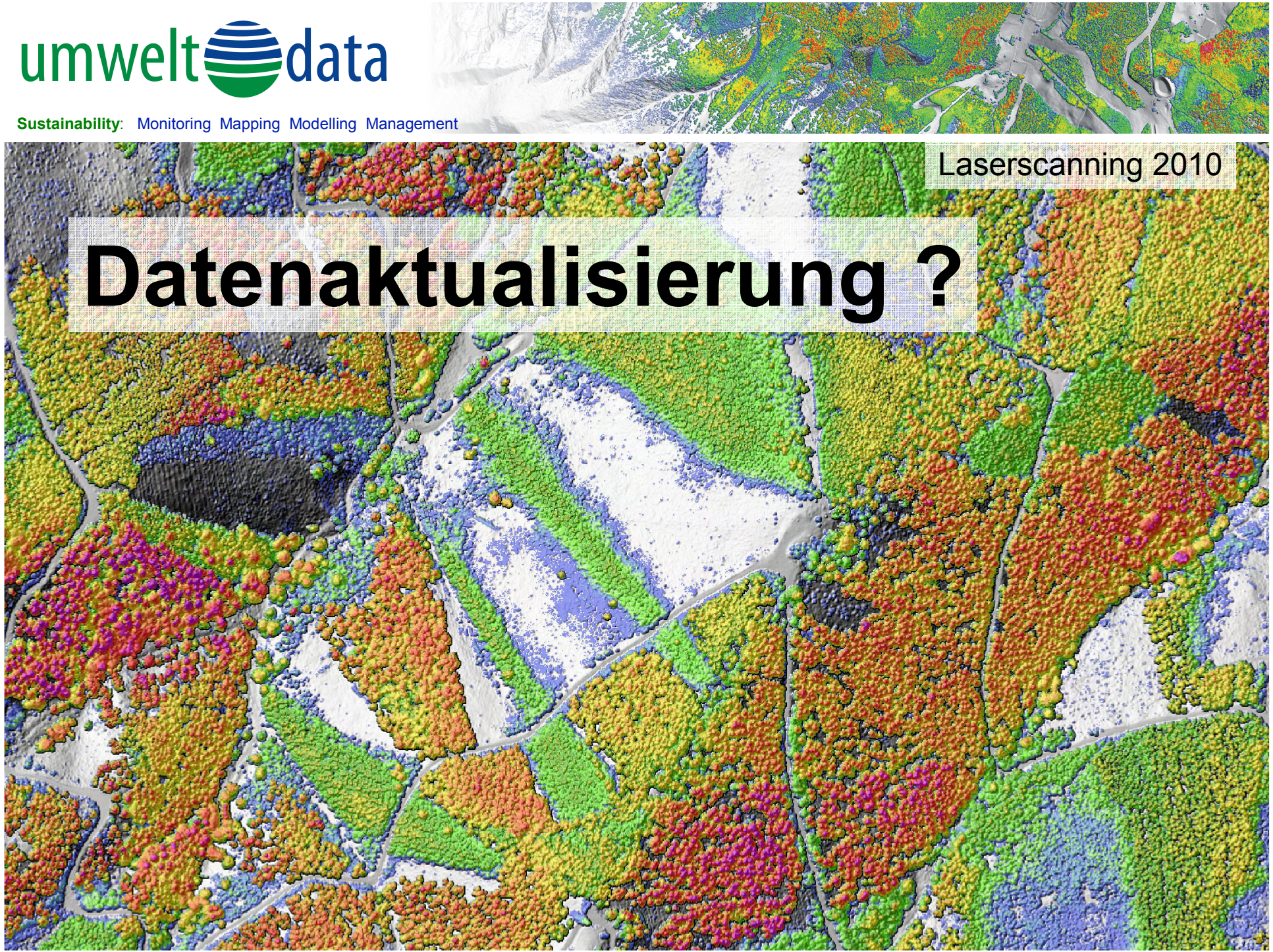


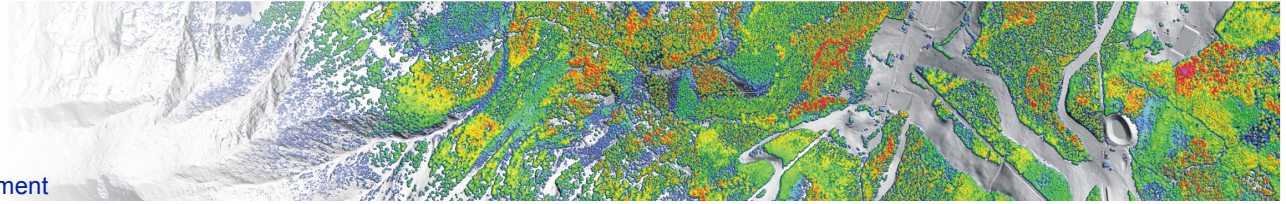
Punktlage segmentbezogenen Stichprobenrasters



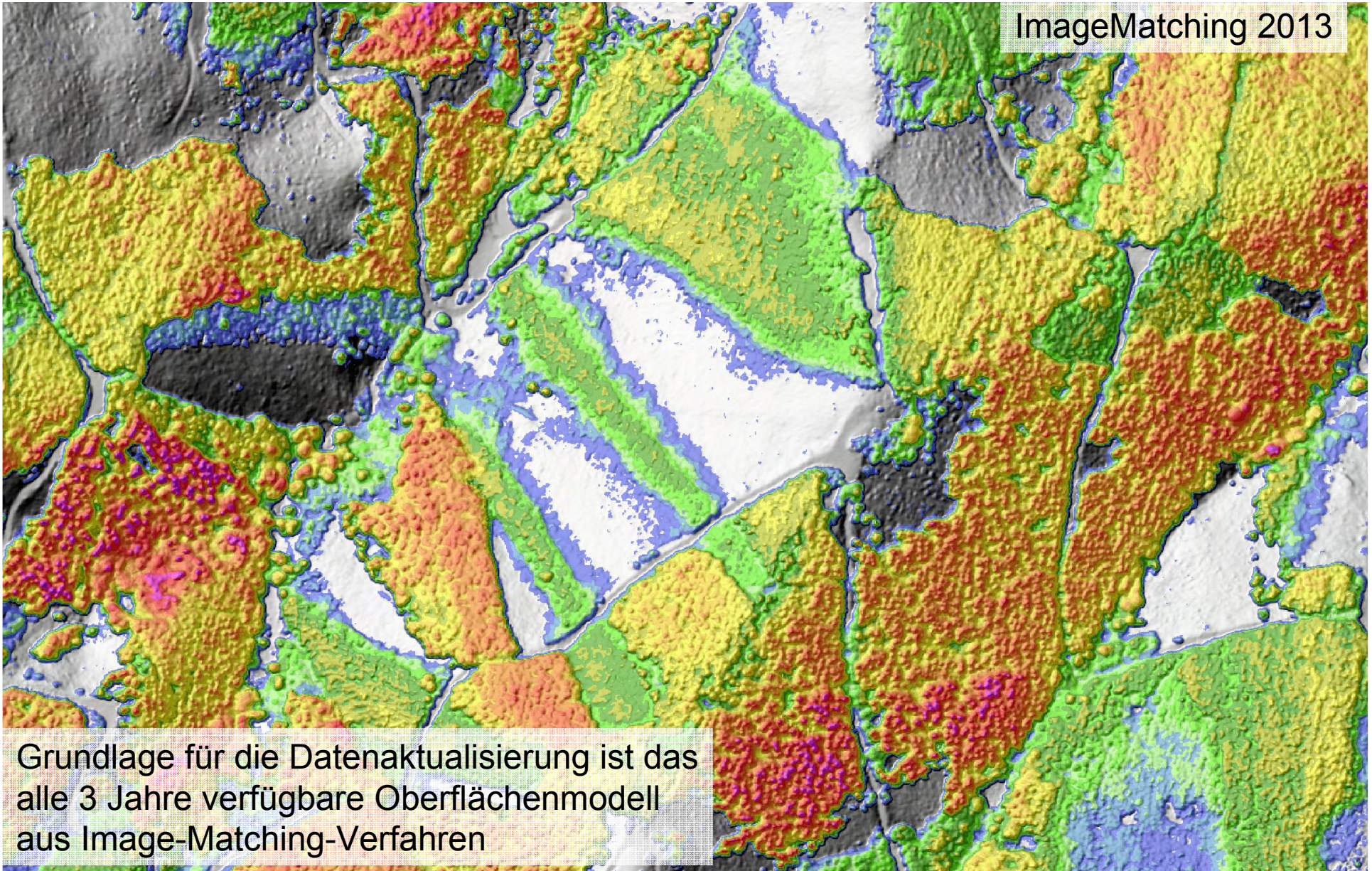
Laserscanning 2010

Datenaktualisierung ?

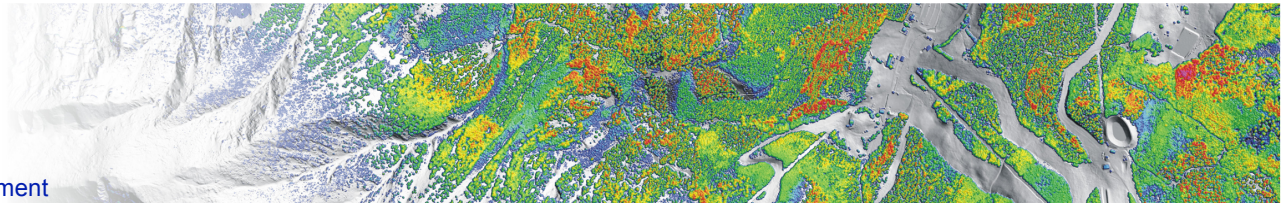




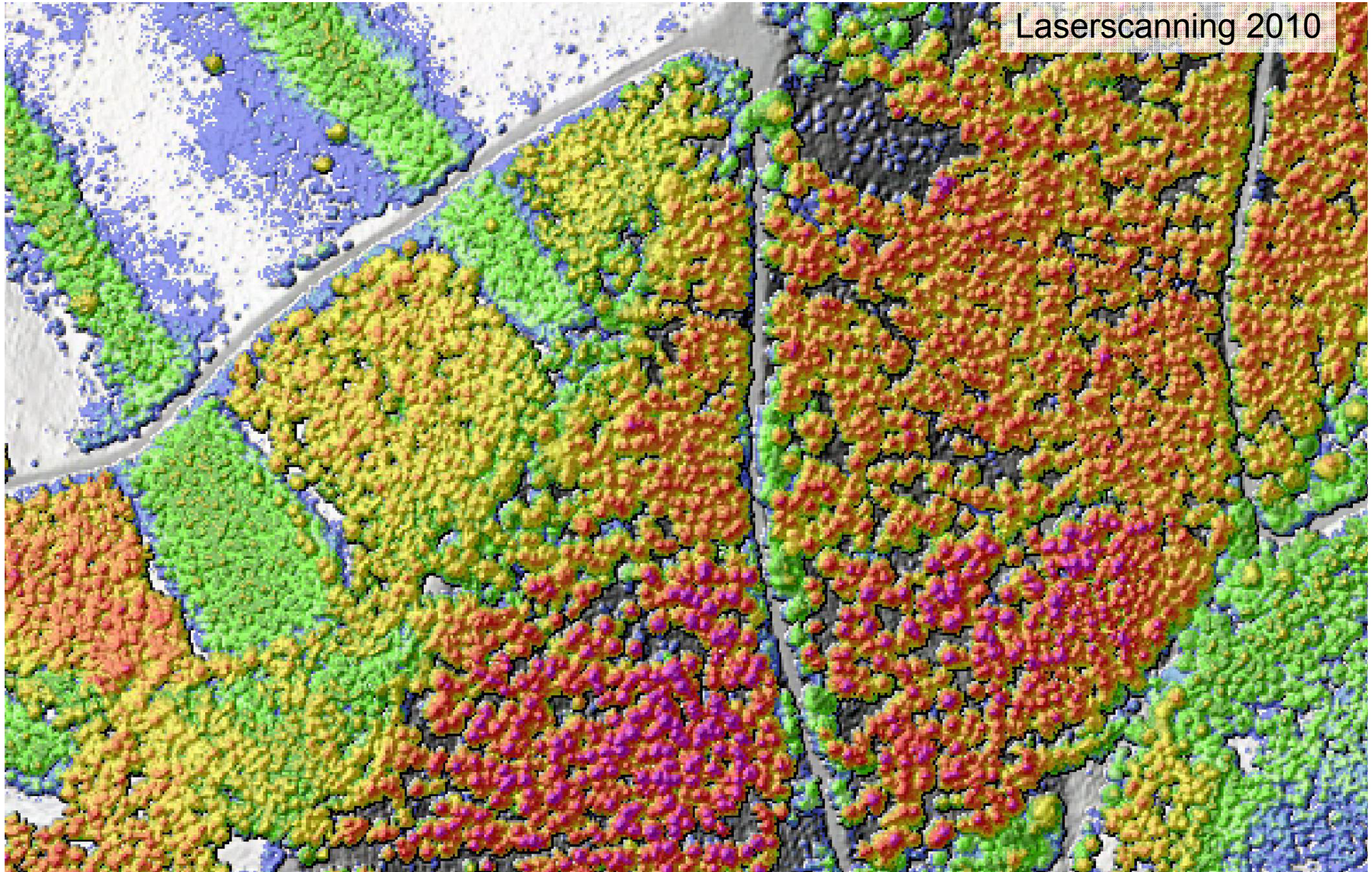
ImageMatching 2013

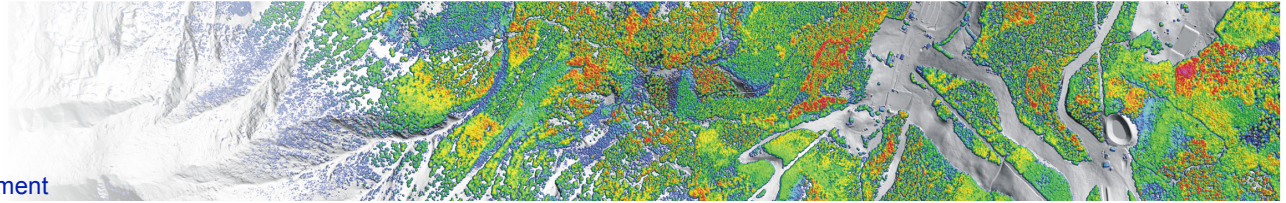


Grundlage für die Datenaktualisierung ist das alle 3 Jahre verfügbare Oberflächenmodell aus Image-Matching-Verfahren



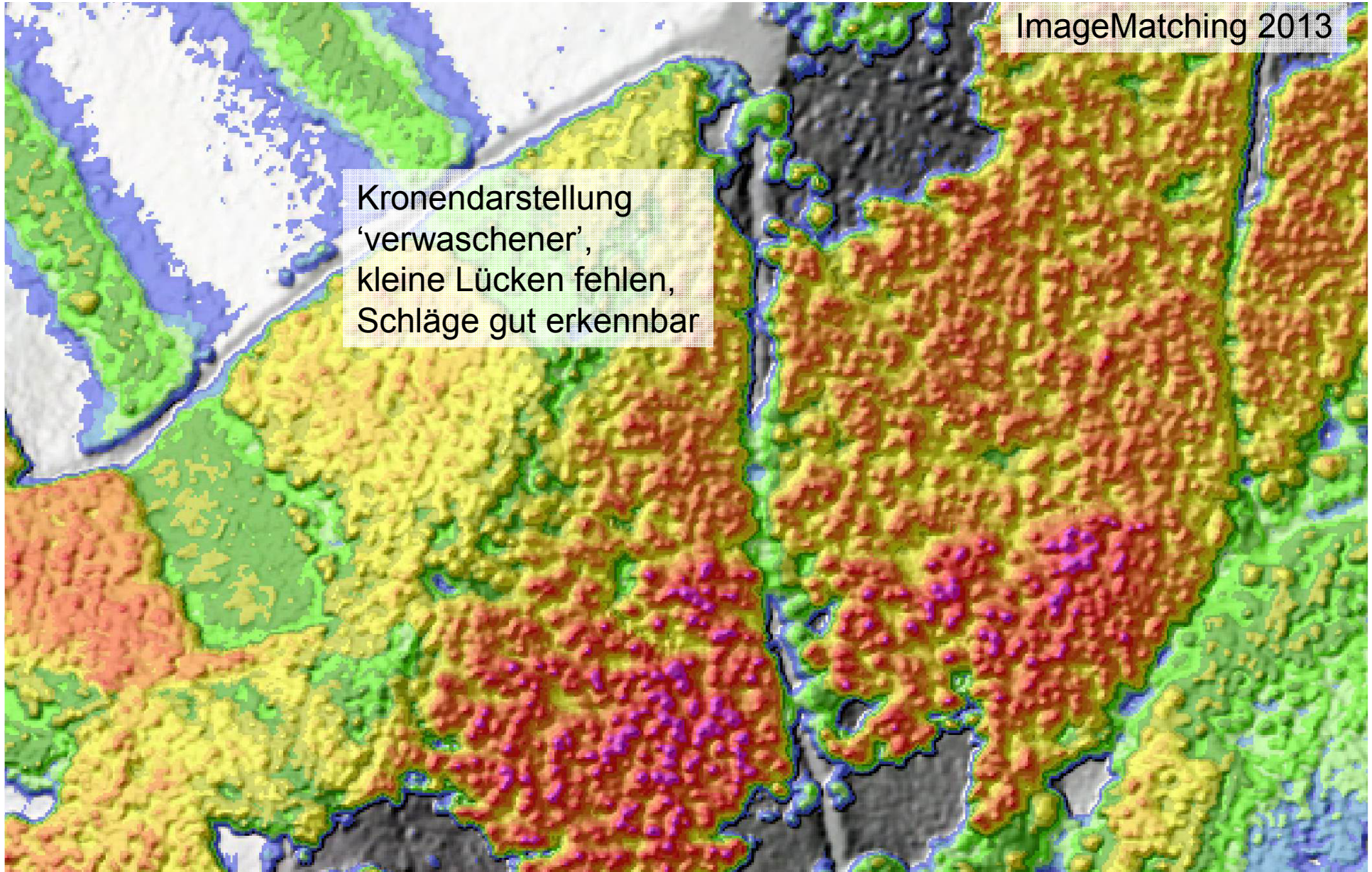
Laserscanning 2010

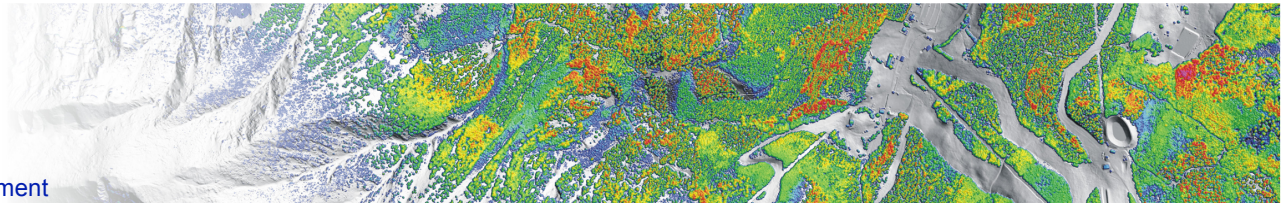




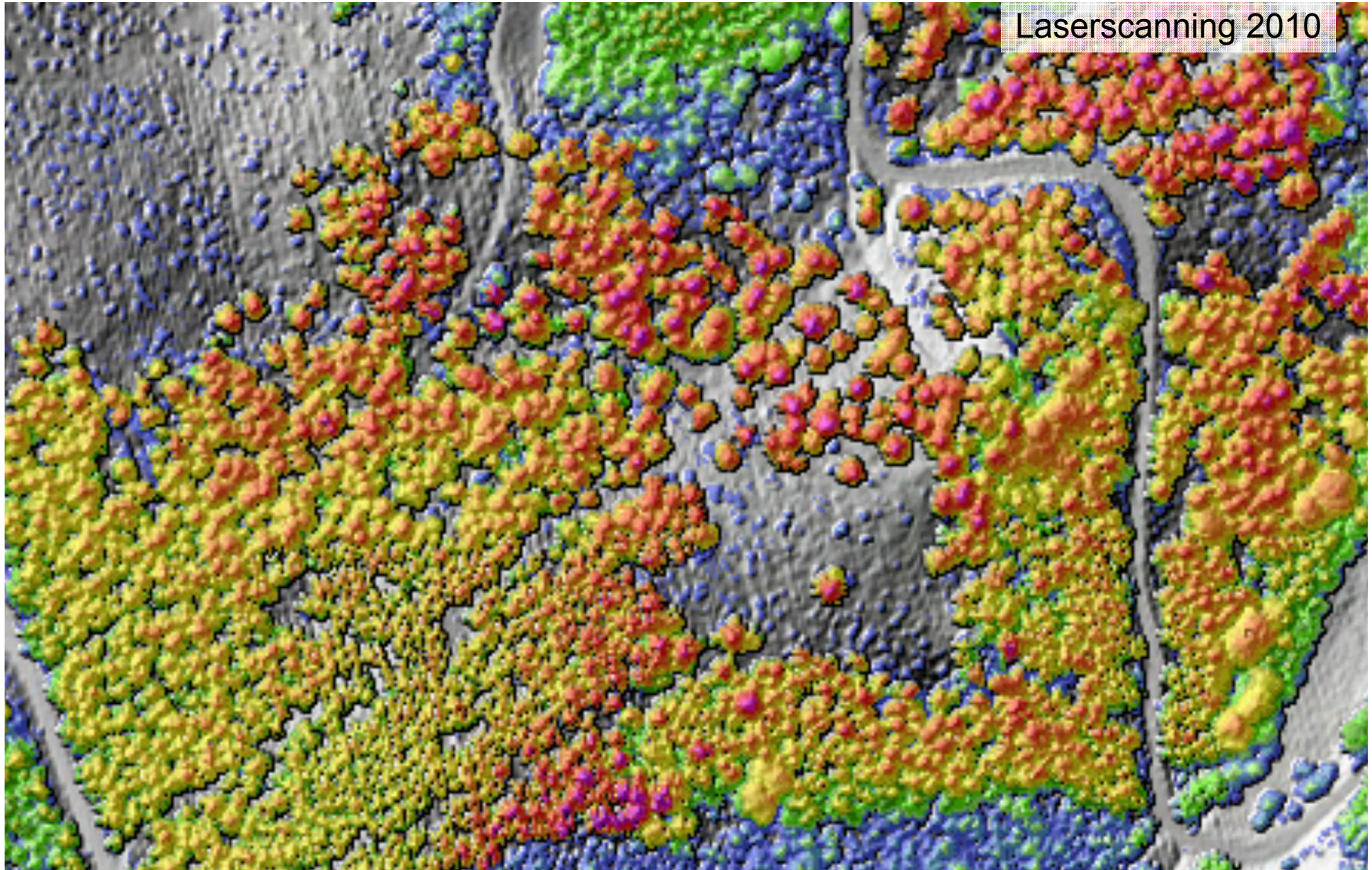
ImageMatching 2013

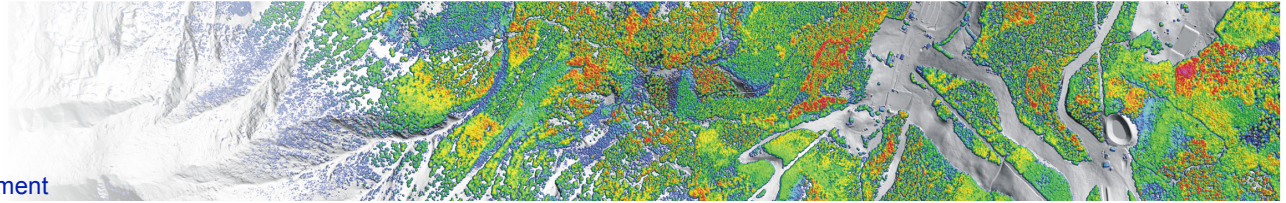
Kronendarstellung
'verwaschener',
kleine Lücken fehlen,
Schläge gut erkennbar



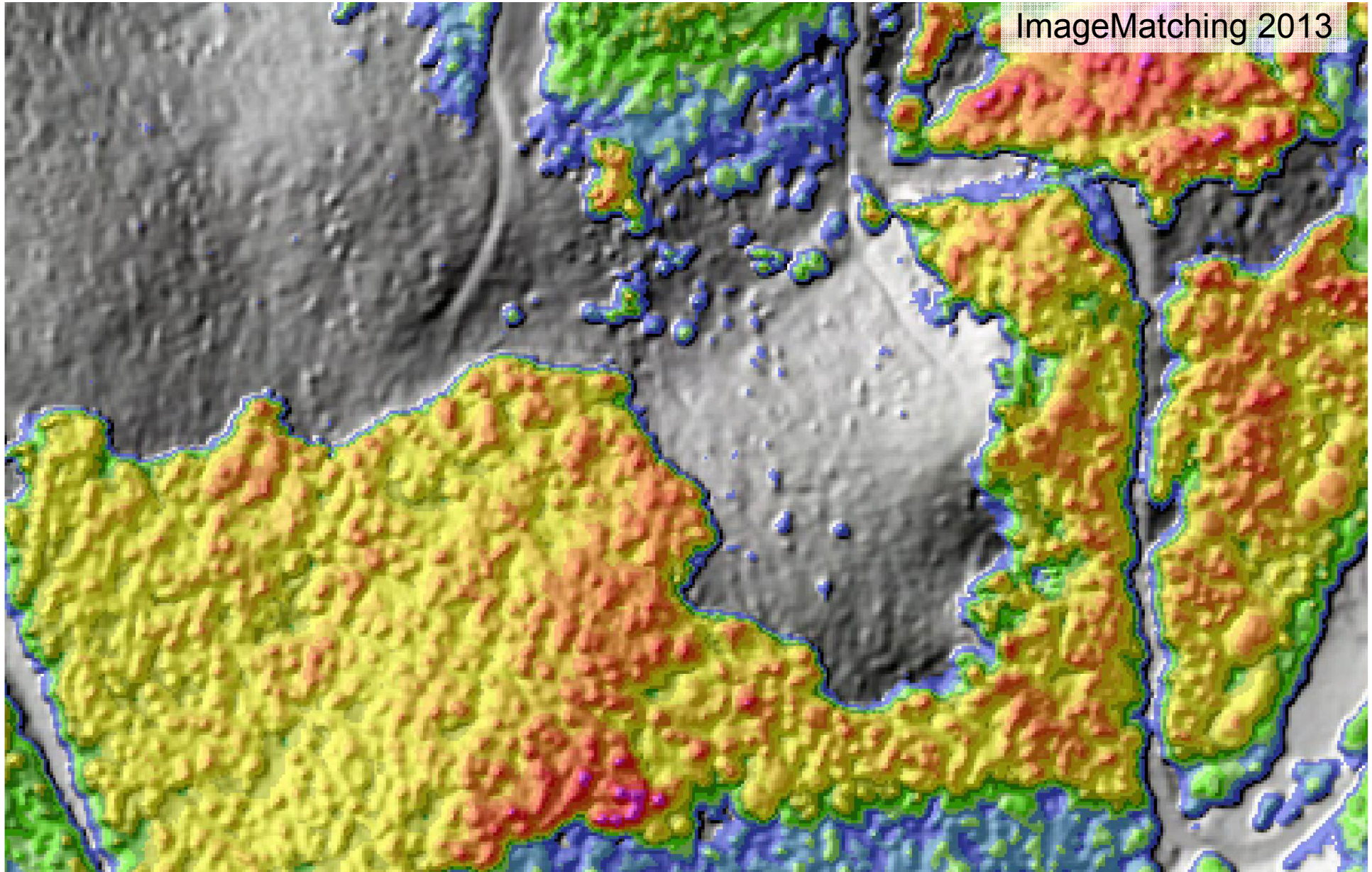


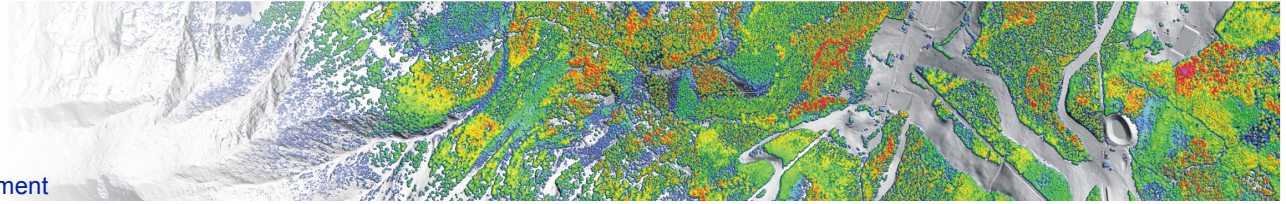
Laserscanning 2010



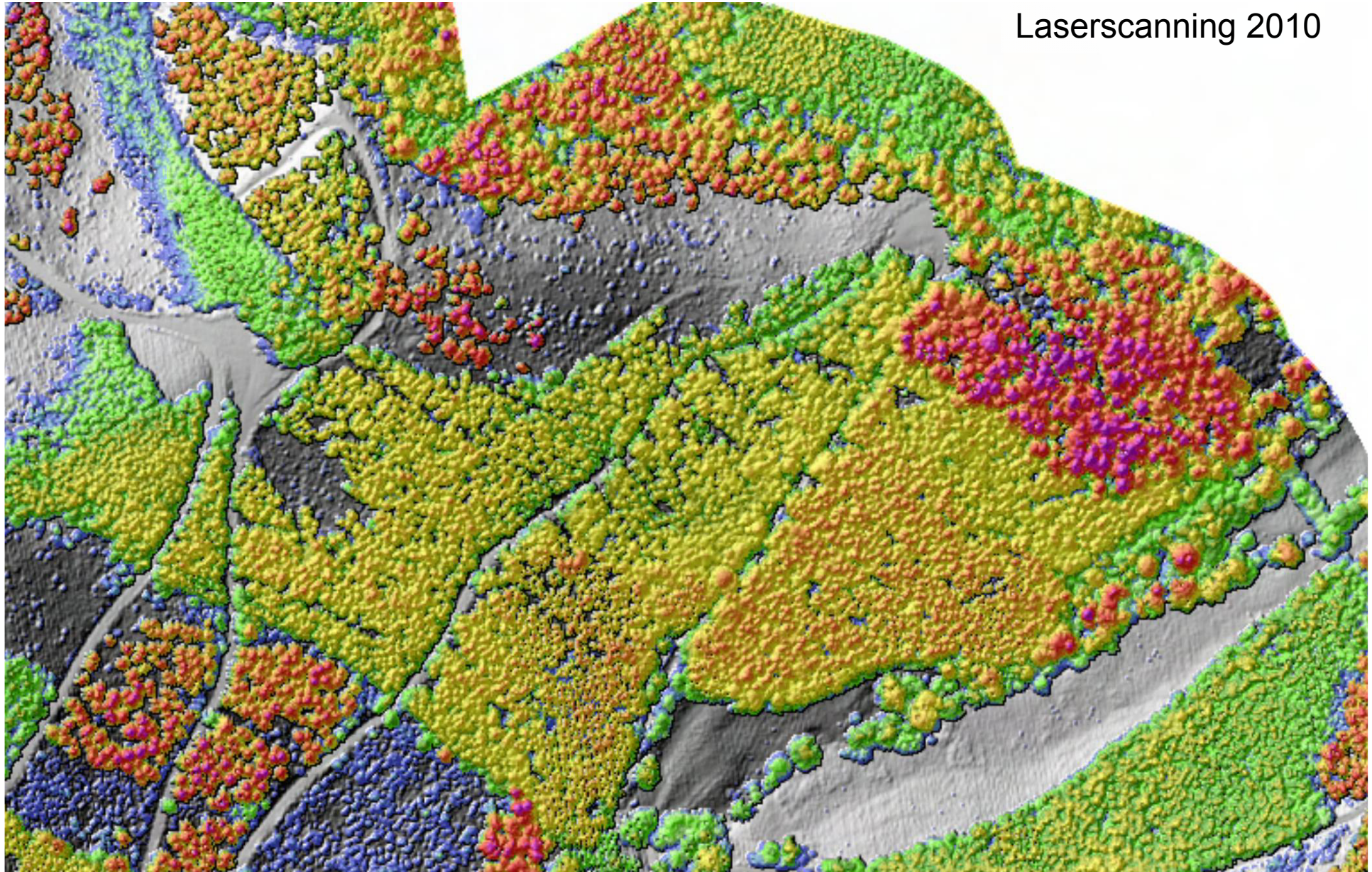


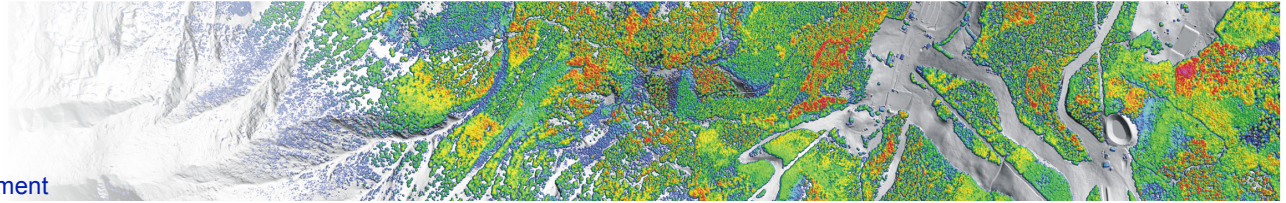
ImageMatching 2013



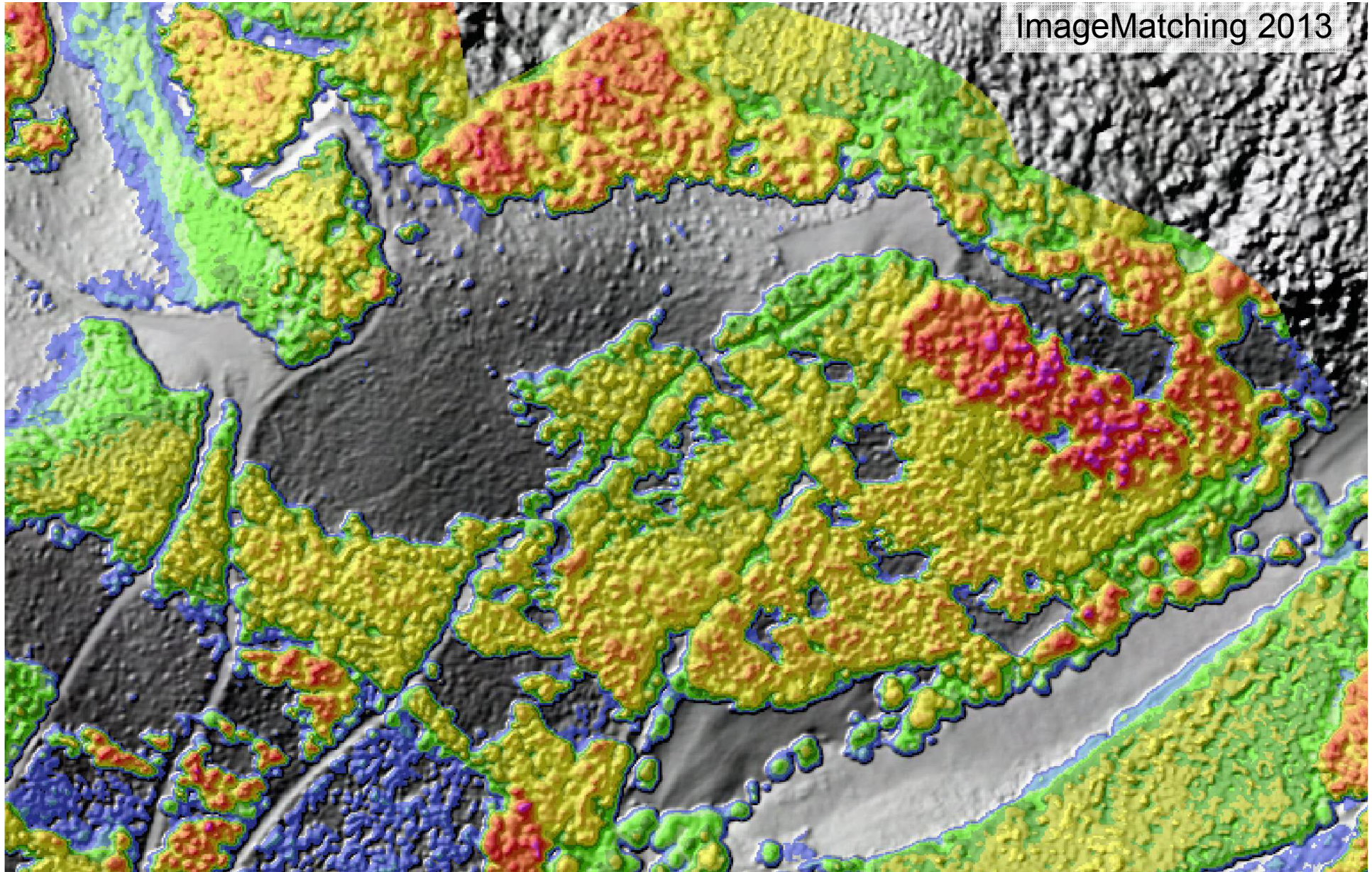


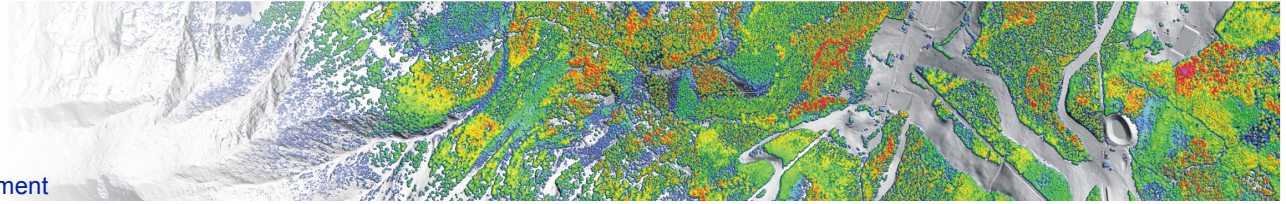
Laserscanning 2010





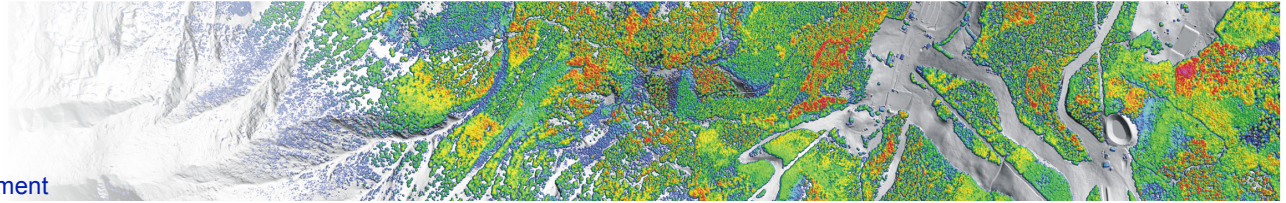
ImageMatching 2013



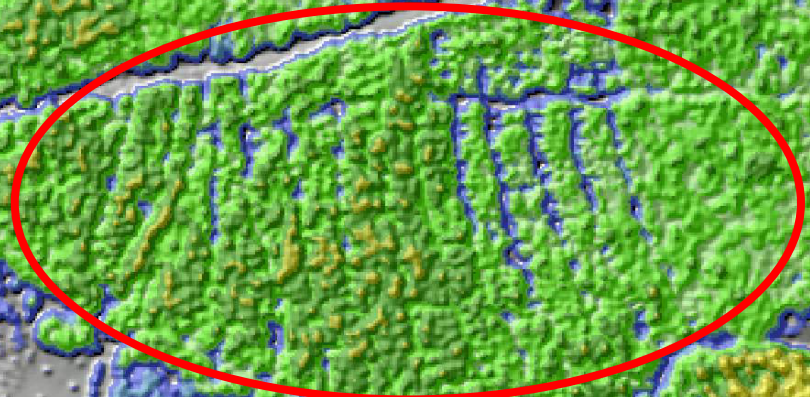


Laserscanning 2010

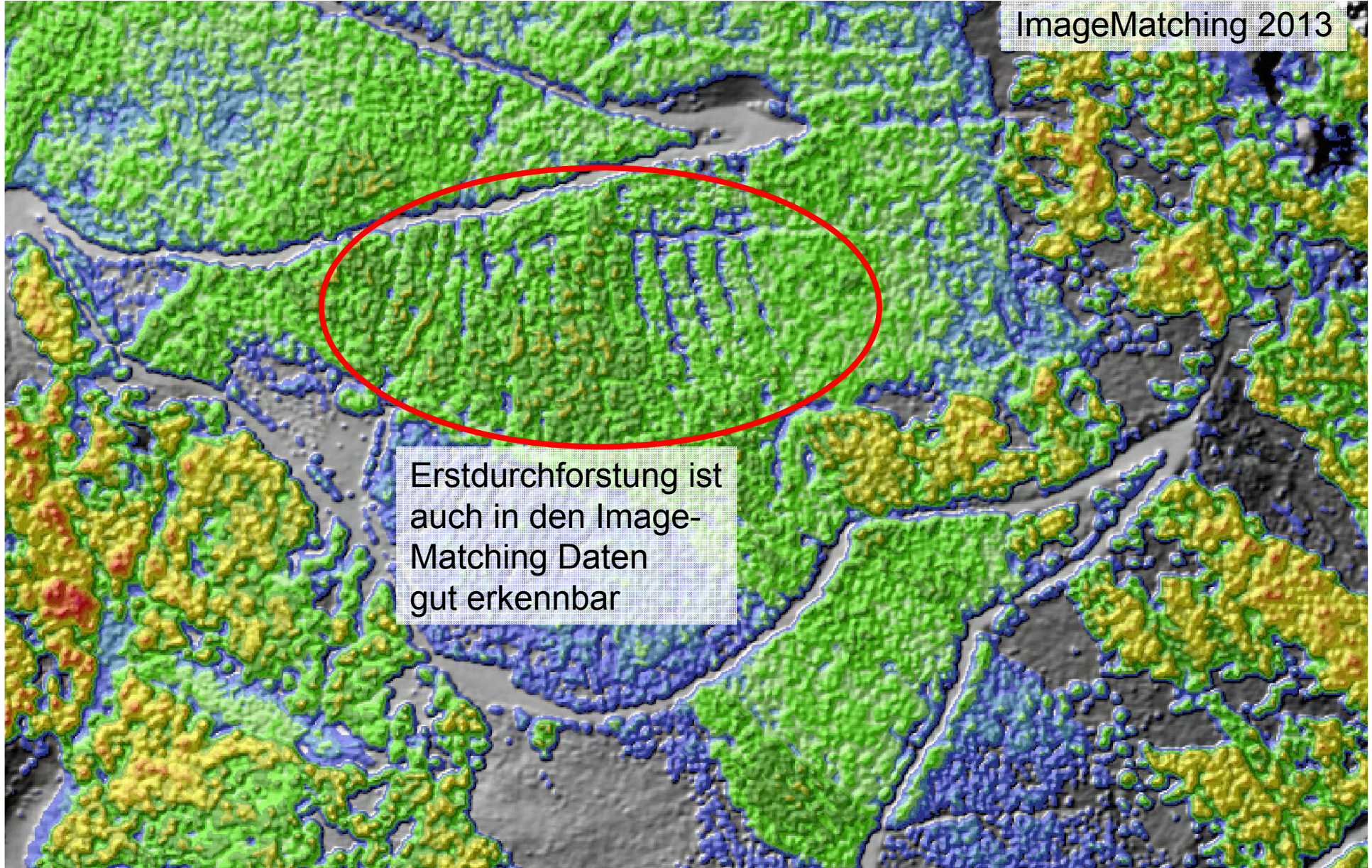


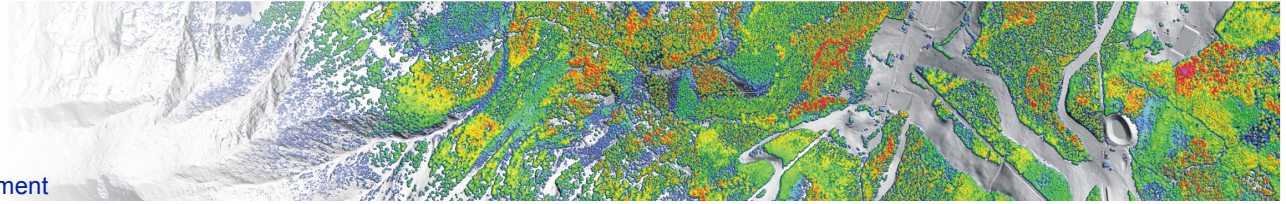


ImageMatching 2013

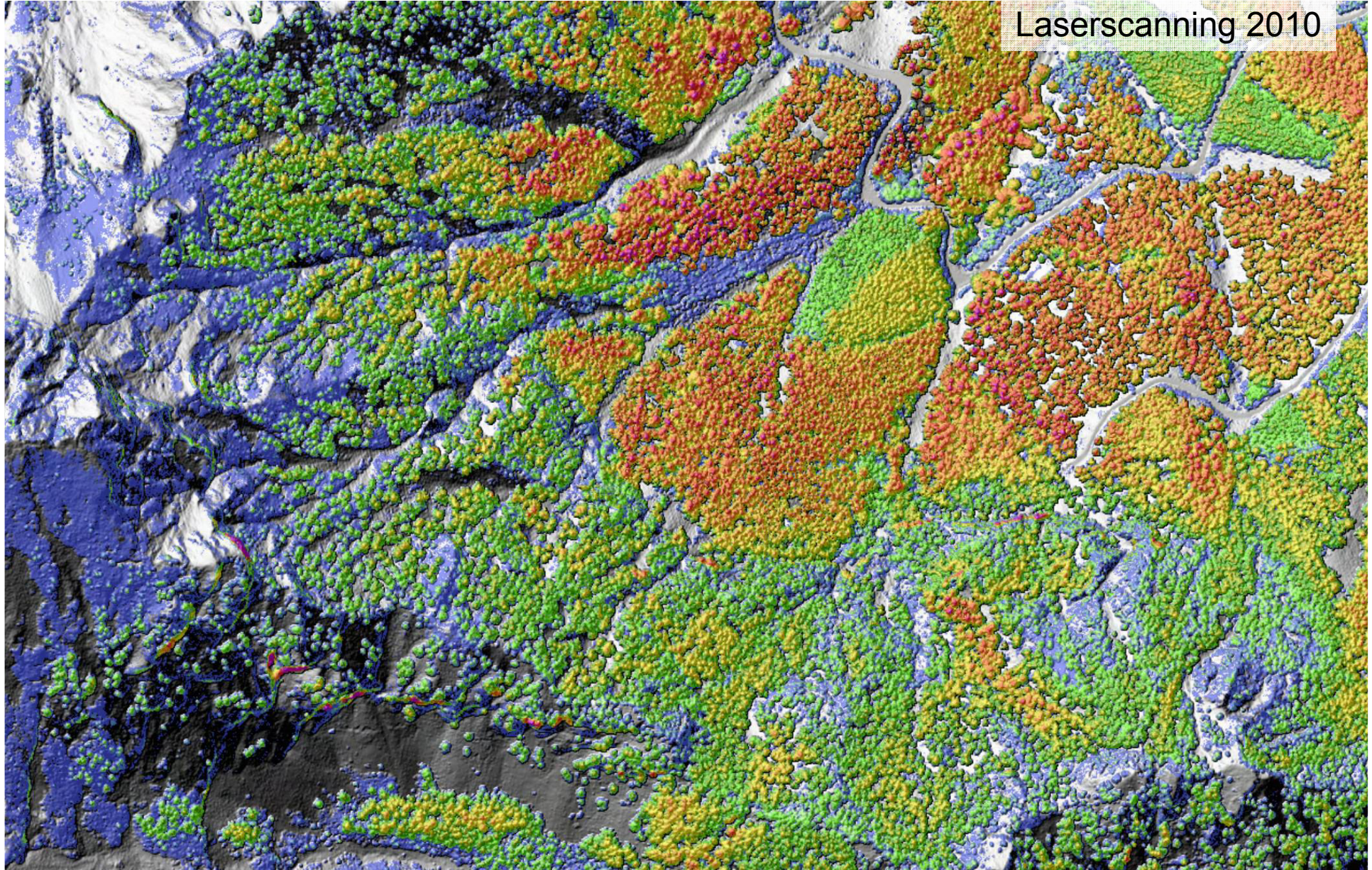


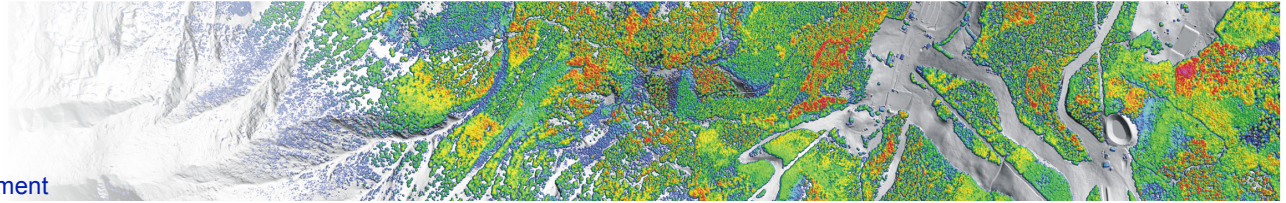
Erstdurchforstung ist auch in den Image-Matching Daten gut erkennbar



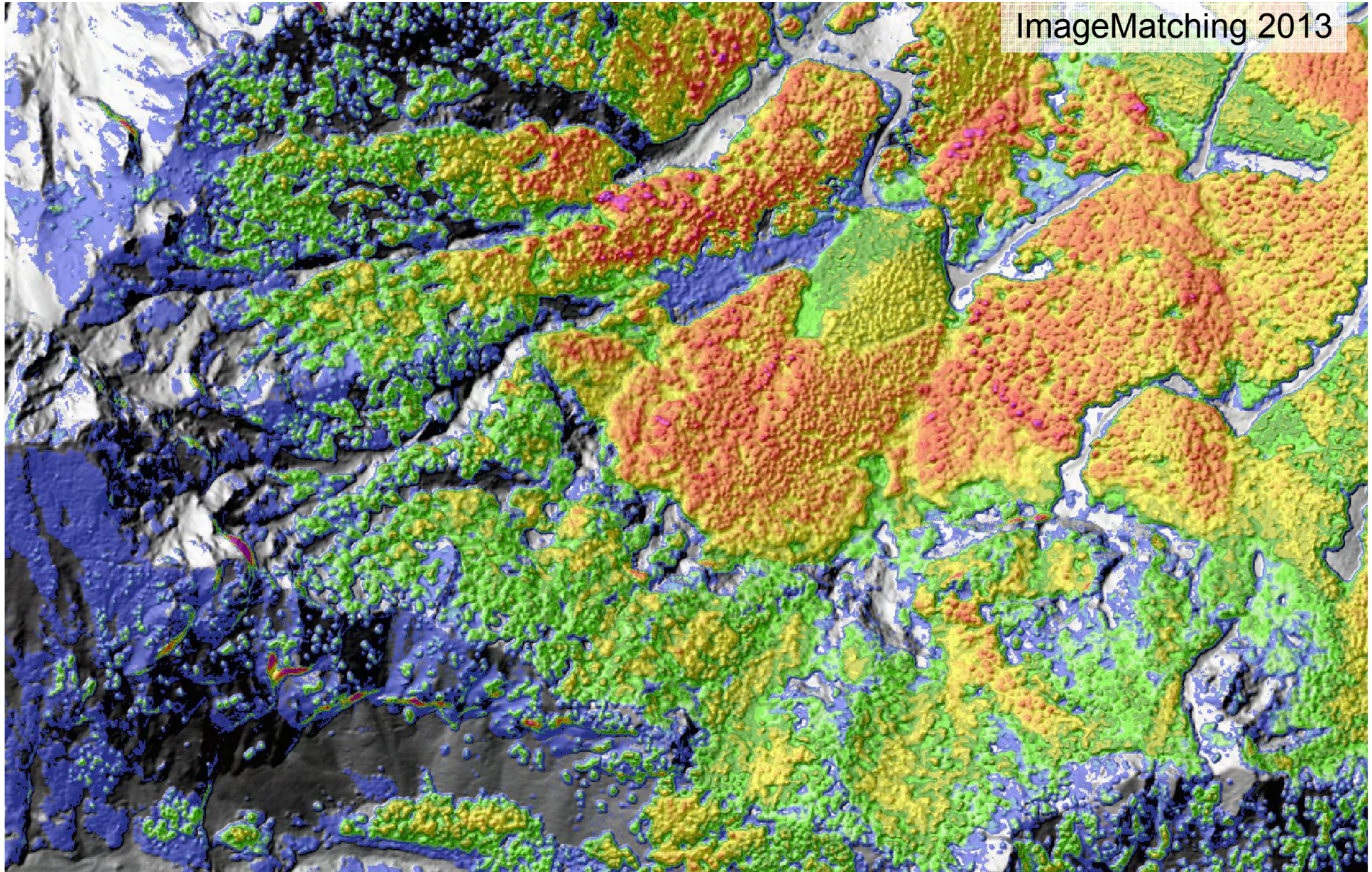


Laserscanning 2010





ImageMatching 2013





Sentinel 2a+b, alle 5 Tage

Beispiel einer Flächenstatistik nach einem automatischen Update der digitalen Forstkarte

Flächenstatistik

Revier: Nationalpark nord

Abteilung: 74

Fläche: 87,62 ha

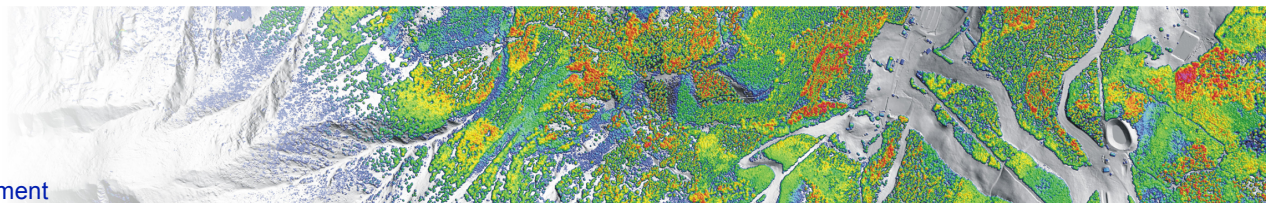
Ertragswald	Blöße	Juwu/Dick	ST.Holz	BH.schw	BH.stark	Altholz	Gesamt
Laubwald	0,03		0,06	1,95	1,96	0,05	4,04
Mischwald	1,38	0,10	2,60	38,85	9,01	0,28	52,21
Nadelwald	0,18	0,00	0,35	7,42	3,28	0,02	11,25
Gesamt	1,58	0,10	3,01	48,22	14,25	0,35	67,51

Schutzw.a.Ertr.:	<input type="text"/>	Krummholz:	<input type="text"/>	außer Ertrag gesamt:	<input type="text"/>
Forststraßen:	<input type="text" value="0,33"/>	so. Nichtholzab.:	<input type="text"/>	NHB gesamt:	<input type="text" value="0,33"/>
Waldfläche gesamt:					<input type="text" value="67,83"/>

Neben- gründe:	Wiese	Alpe	Alp.Rasen	Gewässer	Ödfläche	Sonstige	Gesamt
	0,84		0,32	0,68	17,95		19,79

Vorrat (Vfm)	Ertragswald	Juwu/Dick	ST.Holz	BH.schw	BH.stark	Altholz	Gesamt
	Laubwald			8	583	1.203	28
Mischwald		2	215	9.929	3.936	150	14.231
Nadelwald		0	48	2.656	1.518	10	4.232
Gesamt		2	271	13.167	6.657	187	20.285

Vorratsberechnung
Joanneum Research
für Steiermärkischen
Waldatlas



Flächenstatistik

Revier: Nationalpark nord

Abteilung: alle

Fläche: 4.840,68 ha

Ertragswald	Blöße	Juwu/Dick	ST.Holz	BH.schw	BH.stark	Altholz	Gesamt
Laubwald	11,31	51,19	37,17	211,17	197,44	3,94	512,22
Mischwald	62,51	68,17	139,17	480,26	280,08	6,03	1.036,22
Nadelwald	27,34	12,41	116,95	553,00	332,15	8,00	1.049,85
Gesamt	101,16	131,77	293,29	1.244,42	809,67	17,97	2.598,29

Schutzw.a.Ertr.: 162,79 Krummholz: 574,48 außer Ertrag gesamt: 737,27

Forststraßen: 41,55 so. Nichtholzab.: 0,28 NHB gesamt: 41,83

Waldfläche gesamt: 3.377,39

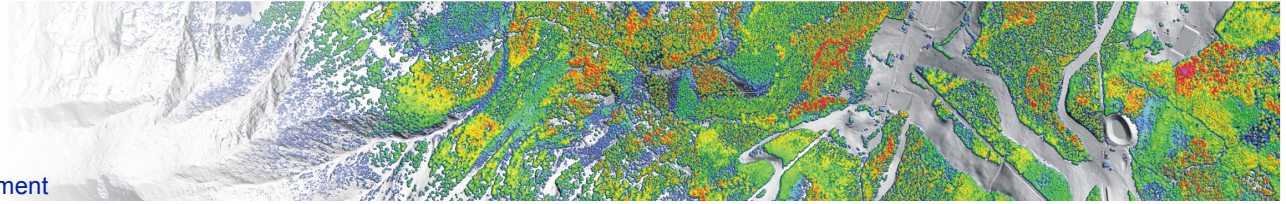
Neben- gründe:	Wiese	Alpe	Alp.Rasen	Gewässer	Ödfläche	Sonstige	Gesamt
	46,35	45,72	321,54	10,14	1.029,14	10,42	1.463,30

Vorrat

(Vfm)

Ertragswald	Juwu/Dick	ST.Holz	BH.schw	BH.stark	Altholz	Gesamt
Laubwald	1.660	2.868	65.640	102.486	2.483	175.137
Mischwald	1.632	10.807	135.726	136.966	4.002	289.134
Nadelwald	556	15.728	187.481	161.465	3.258	368.488
Gesamt	3.848	29.403	388.847	400.917	9.743	832.758

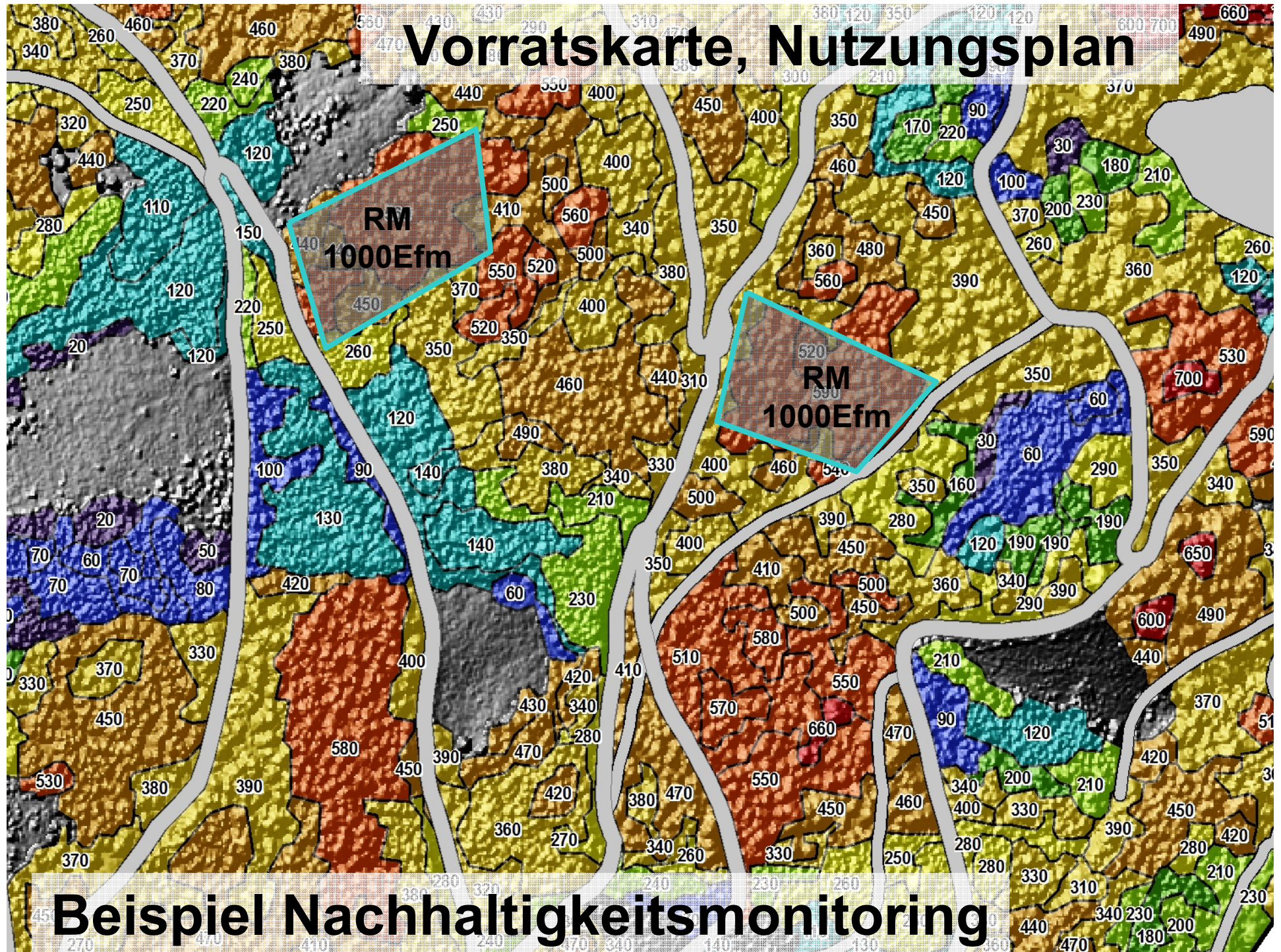
Vorratsberechnung
Joanneum Research
für Steiermärkischen
Walddatlas



Neue Nachhaltigkeitskonzepte

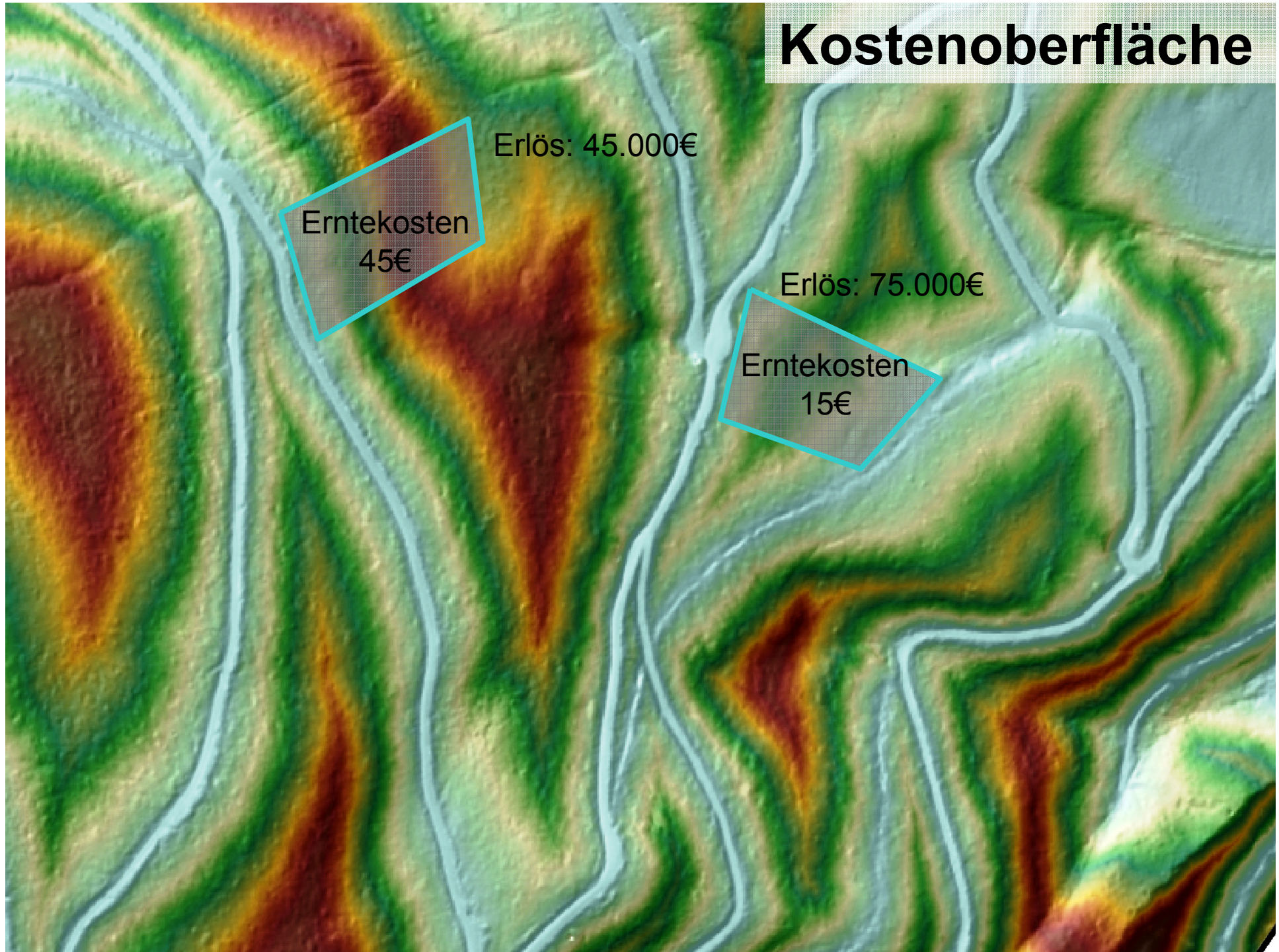
- Räumliche Verteilung der Vorräte
- Räumliche Verteilung der Zuwächse
- Räumliches Muster der Erntekosten
- Räumliche Verteilung der Erntemengen
- Nutzungspotential => Erlöspotential
- Nachhaltiger Hiebsatz => nachhaltiger Erlös
- Beurteilung von geplanten Maßnahmen noch vor deren Durchführung

Vorratskarte, Nutzungsplan

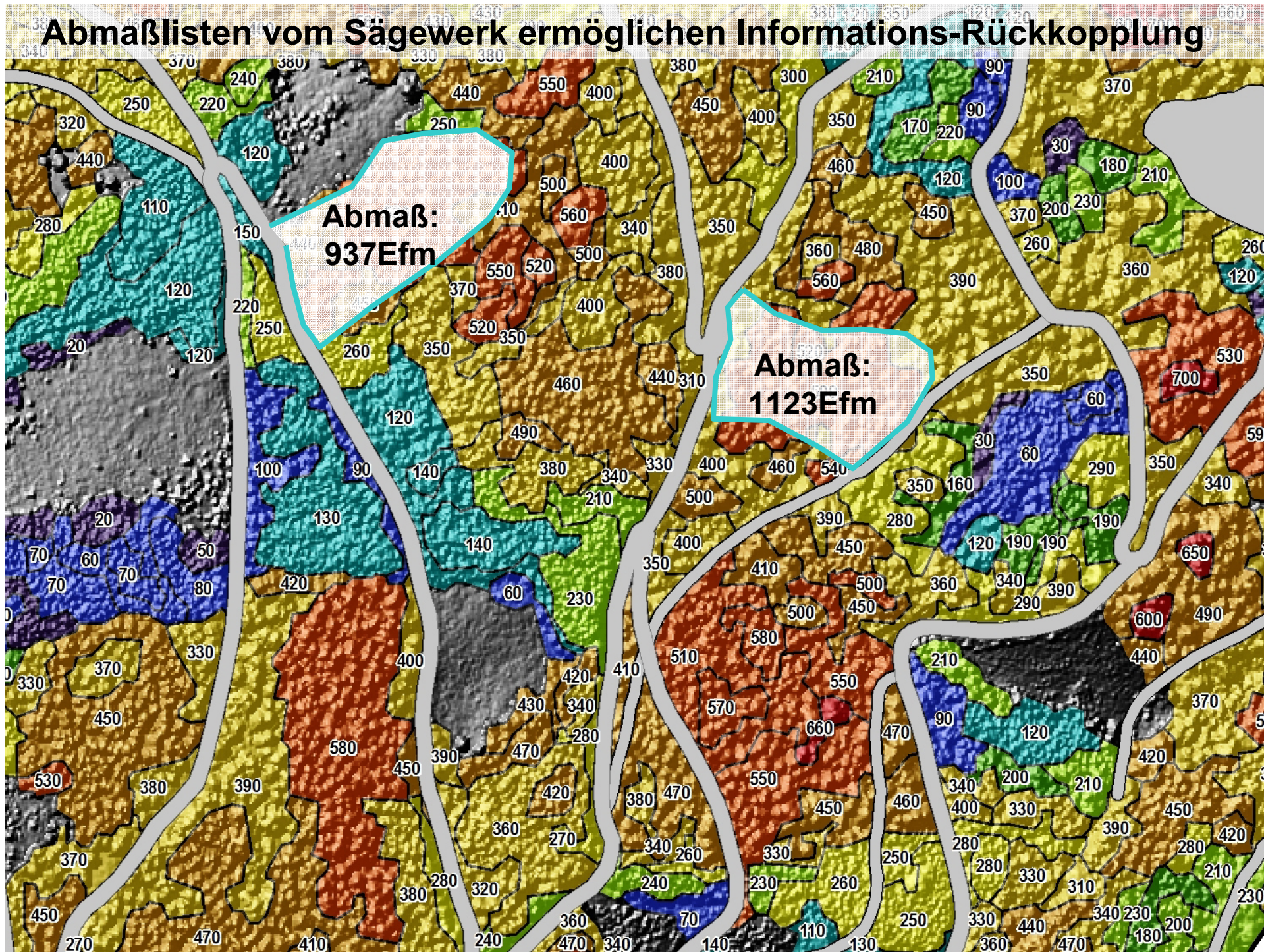


Beispiel Nachhaltigkeitsmonitoring

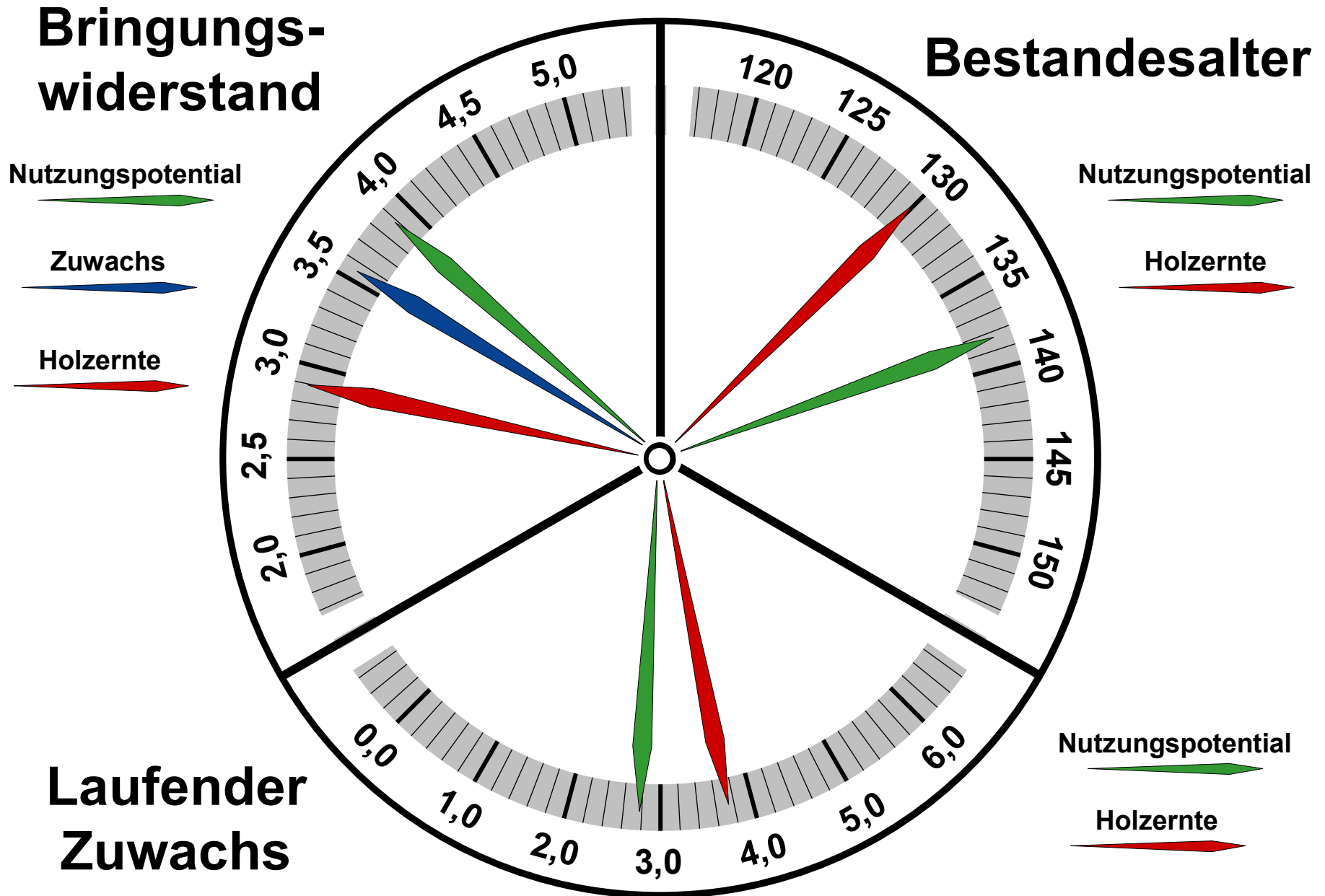
Kostenoberfläche



Abmaßlisten vom Sägewerk ermöglichen Informations-Rückkopplung



Smart Forest Tools Nachhaltigkeitskompass



Smart Forest Tools Nachhaltigkeitskompass

z.B. nach Austausch einer Schleppernutzung gegen eine Langstrecken-Seilnutzung ...

Bringungs- widerstand

Nutzungspotential



Zuwachs



Holzernte



Bestandesalter

Nutzungspotential



Holzernte

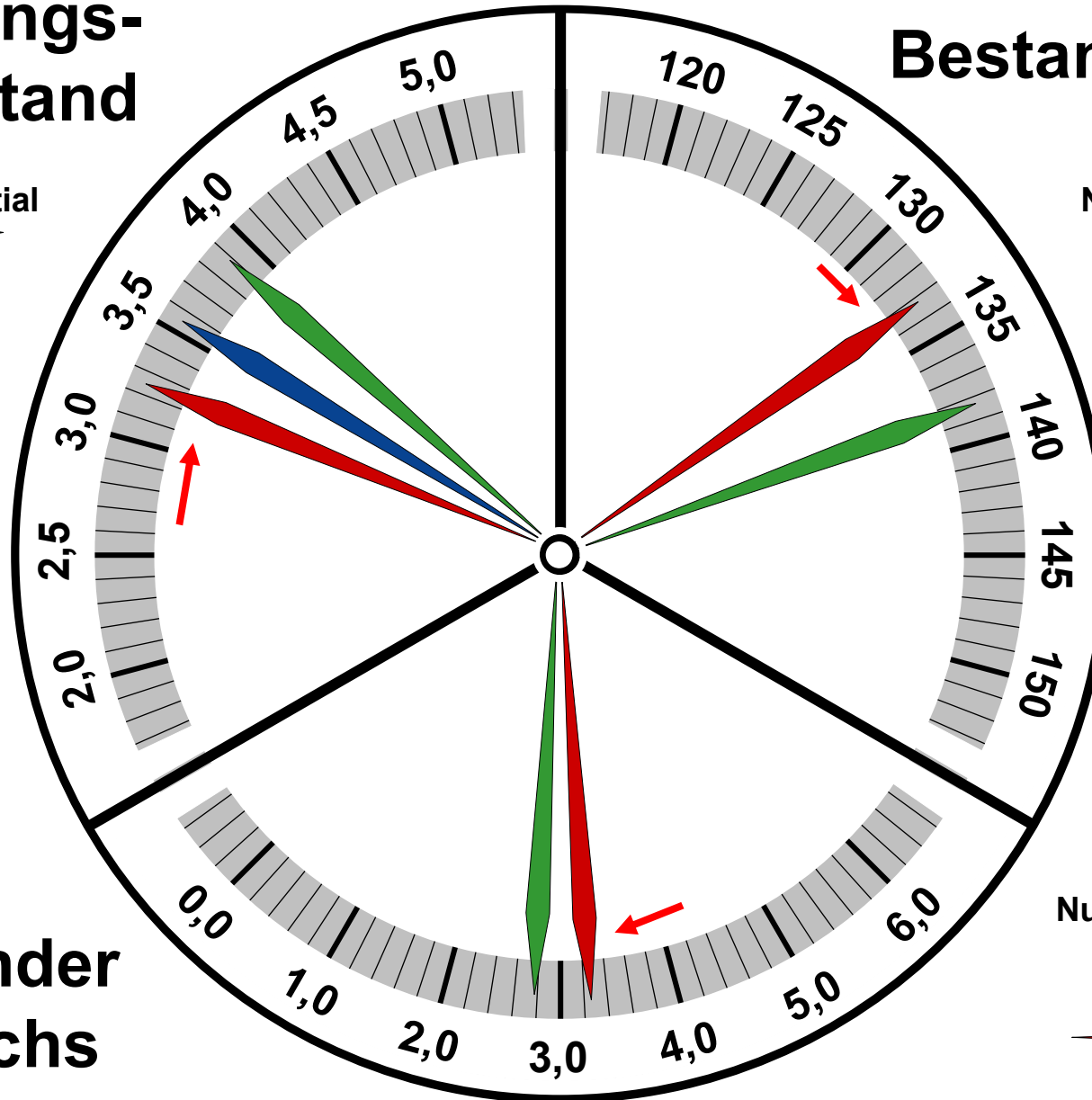


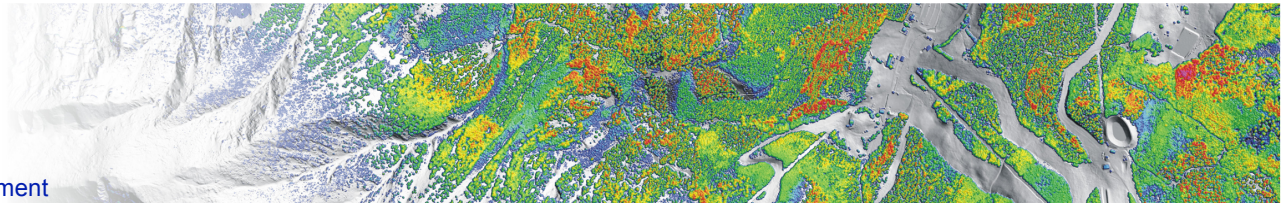
Laufender Zuwachs

Nutzungspotential

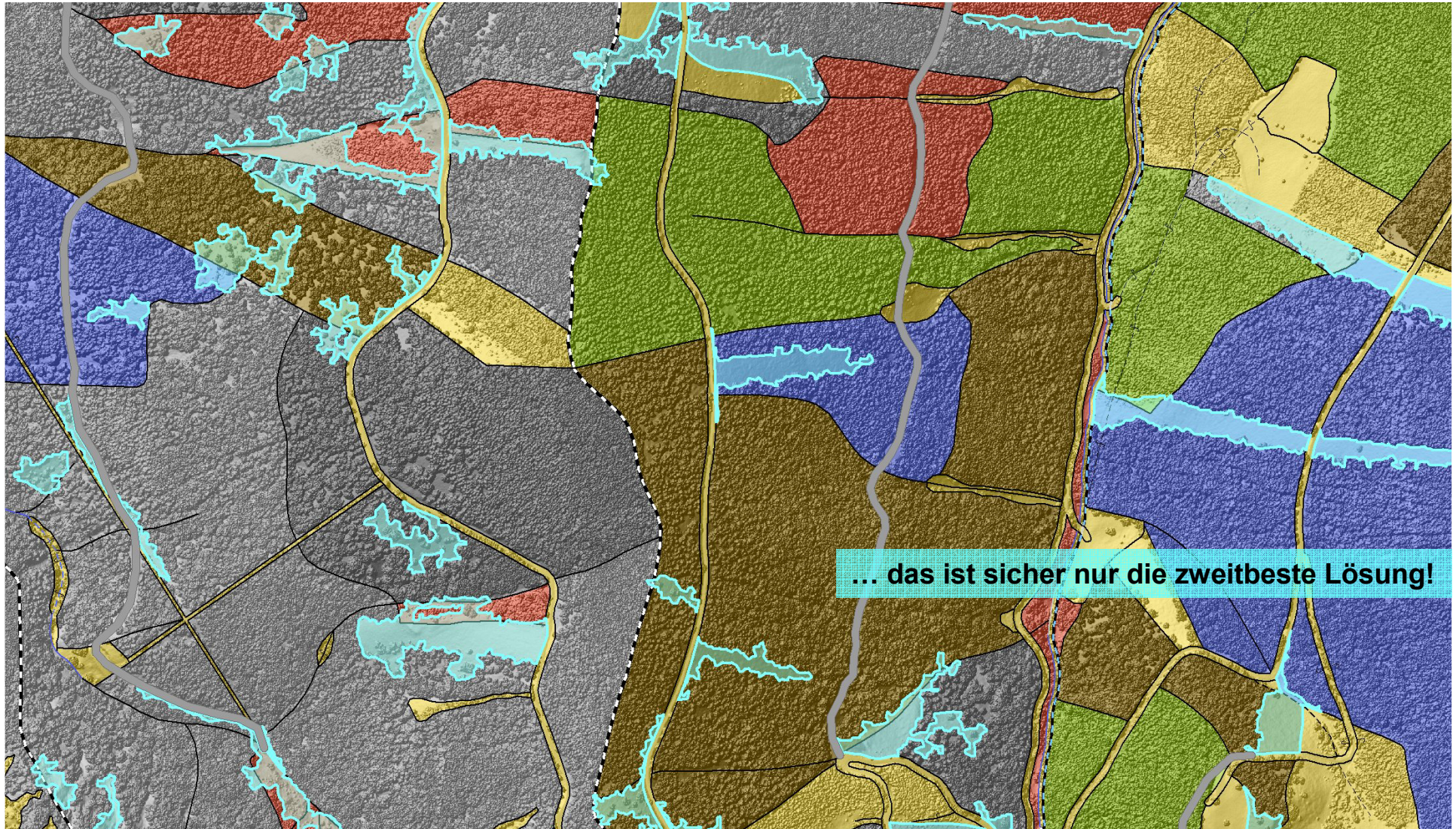


Holzernte

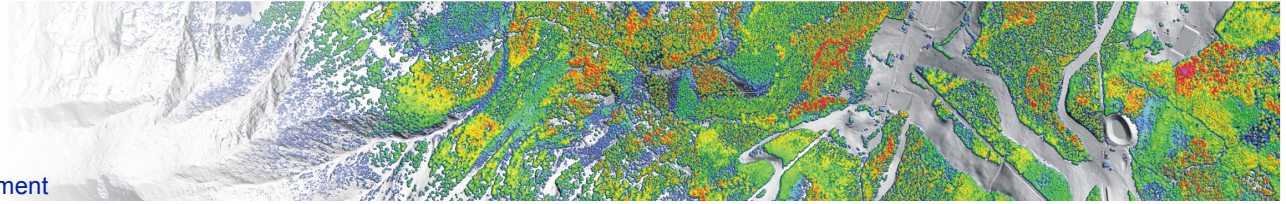




Automatische Aktualisierung von Altersklassenkarten mit Laserscanning-Daten:

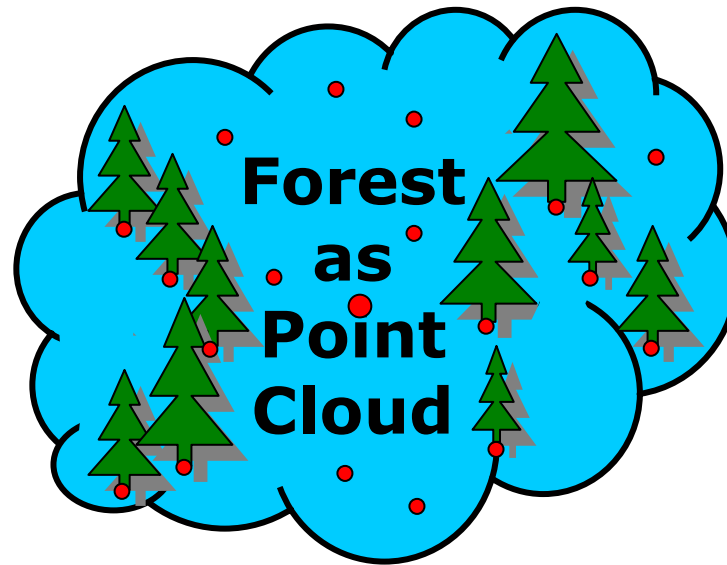






Was macht die SmartForestTools einzigartig?

- Alle Daten und Funktionen sind von Beginn an web-unabhängig auf dem Gerät gespeichert
- Forest as **P**oint **C**loud Format; Polygone erben automatisch die Attribute von der **FPC** (Einzelbäume möglich)
- (fast) beliebig viele Attribute aus unterschiedlichen Quellen
- Einfache Flächenbildung durch „Spaghetti-Klick“
- Riesige Mengen Bilddaten als Hintergrund werden platzsparend lokal gespeichert und performant dargestellt
- Synchronisation der veränderbaren Datenschichten mit zentraler Datenbank auf Knopfdruck
- Berichtswesen in Excel mit Datenbankzugriff

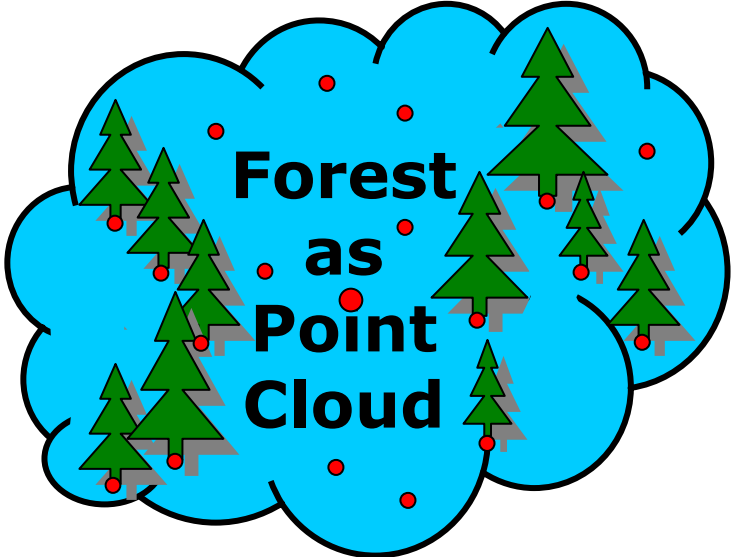


- Quadrat-, Rechteck-Raster
- Dreieck-Raster
- 1m bis 10m Auflösung
- Einzelbaum (unregelmäßig)
- Stichprobenpunkt
- Milliarden Einzelpunkte
- 100+ Attribute
- LAS 1.4 Format => LAZ
- Kompressionsrate 95-98%

Bestandesattribute aus
Flugzeug – Laserscanning
Baumhöhe, Vorrat, ...

Bestandesattribute aus
Forstkarte (Alter, ...)

Bestandesattribute aus
Luftbild (Laub – Nadel%)



- Quadrat-, Rechteck-Raster
- Dreieck-Raster
- 1m bis 10m Auflösung
- Einzelbaum (unregelmäßig)
- Stichprobenpunkt
- Milliarden Einzelpunkte
- 100+ Attribute
- LAS 1.4 Format => LAZ
- Kompressionsrate 95-98%

Bestandesattribute aus
Flugzeug – Laserscanning
Baumhöhe, Vorrat, ...

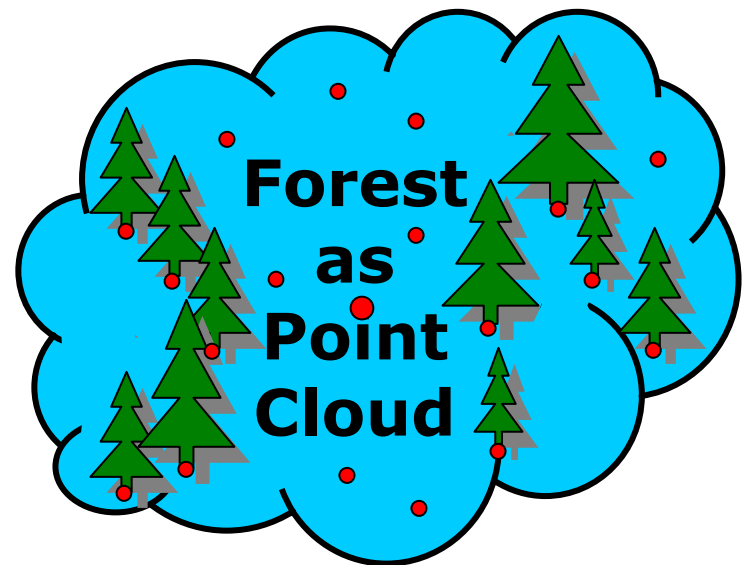
Bestandesattribute aus
Forstkarte (Alter, ...)

Bestandesattribute aus
Luftbild (Laub – Nadel%)

Standortsattribute aus
Flugzeug – Laserscanning
Seehöhe, Expos. Neig...

Standortsattribute aus
Forstkarte (Boden, Humus)

Klimadaten aus
Klimamodell



- Quadrat-, Rechteck-Raster
- Dreieck-Raster
- 1m bis 10m Auflösung
- Einzelbaum (unregelmäßig)
- Stichprobenpunkt
- Milliarden Einzelpunkte
- 100+ Attribute
- LAS 1.4 Format => LAZ
- Kompressionsrate 95-98%

Bestandesattribute aus
Flugzeug – Laserscanning
Baumhöhe, Vorrat, ...

Bestandesattribute aus
Forstkarte (Alter, ...)

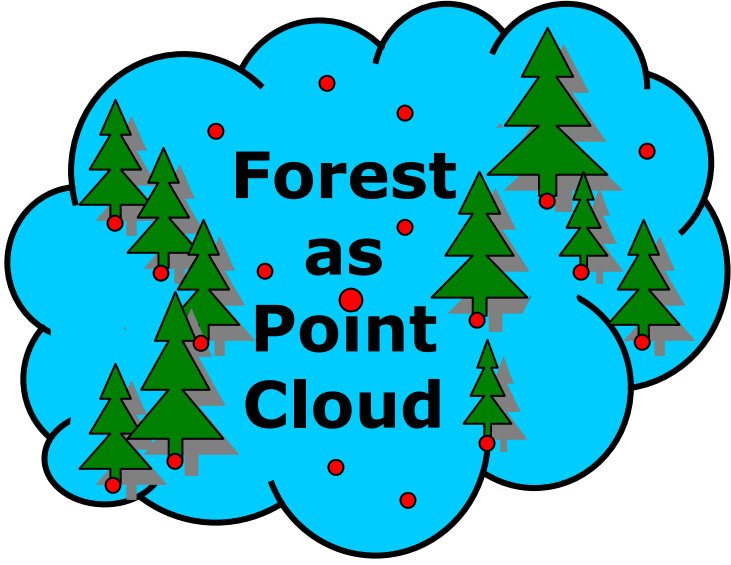
Bestandesattribute aus
Luftbild (Laub – Nadel%)

Standortsattribute aus
Flugzeug – Laserscanning
Seehöhe, Expos. Neig...

Standortsattribute aus
Forstkarte (Boden, Humus)

Klimadaten aus
Klimamodell

Abteilung, Unt.Abt.,
Parzelle, Einlagezahl



- Quadrat-, Rechteck-Raster
- Dreieck-Raster
- 1m bis 10m Auflösung
- Einzelbaum (unregelmäßig)
- Stichprobenpunkt
- Milliarden Einzelpunkte
- 100+ Attribute
- LAS 1.4 Format => LAZ
- Kompressionsrate 95-98%

Einzelbäume aus
Terrestr. – Laserscanning
Durchm., Baumhöhe, ...

Bestandesattribute aus
Flugzeug – Laserscanning
Baumhöhe, Vorrat, ...

Bestandesattribute aus
Forstkarte (Alter, ...)

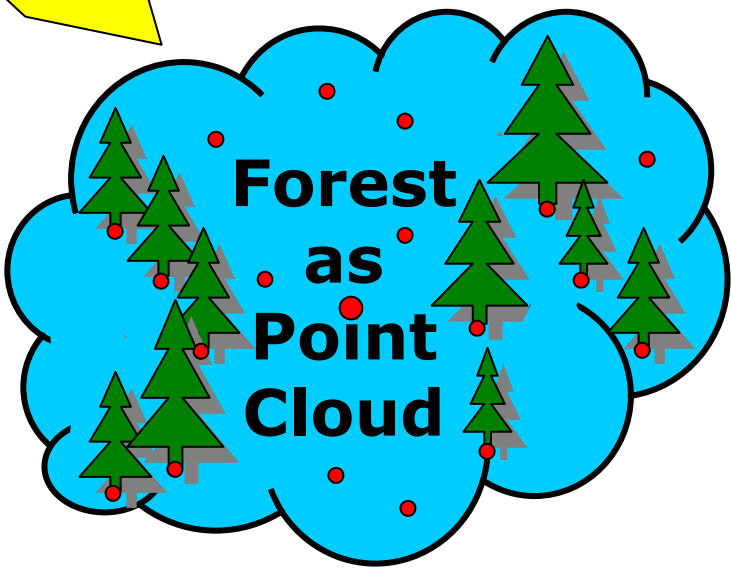
Bestandesattribute aus
Luftbild (Laub – Nadel%)

Standortsattribute aus
Flugzeug – Laserscanning
Seehöhe, Expos. Neig...

Standortsattribute aus
Forstkarte (Boden, Humus)

Klimadaten aus
Klimamodell

Abteilung, Unt.Abt.,
Parzelle, Einlagezahl



- Quadrat-, Rechteck-Raster
- Dreieck-Raster
- 1m bis 10m Auflösung
- Einzelbaum (unregelmäßig)
- Stichprobenpunkt
- Milliarden Einzelpunkte
- 100+ Attribute
- LAS 1.4 Format => LAZ
- Kompressionsrate 95-98%

Change
Detection
aus
Satelliten
Bildern

Einzelbäume aus
Terrestr. – Laserscanning
Durchm., Baumhöhe, ...

Bestandesattribute aus
Flugzeug – Laserscanning
Baumhöhe, Vorrat, ...

Bestandesattribute aus
Forstkarte (Alter, ...)

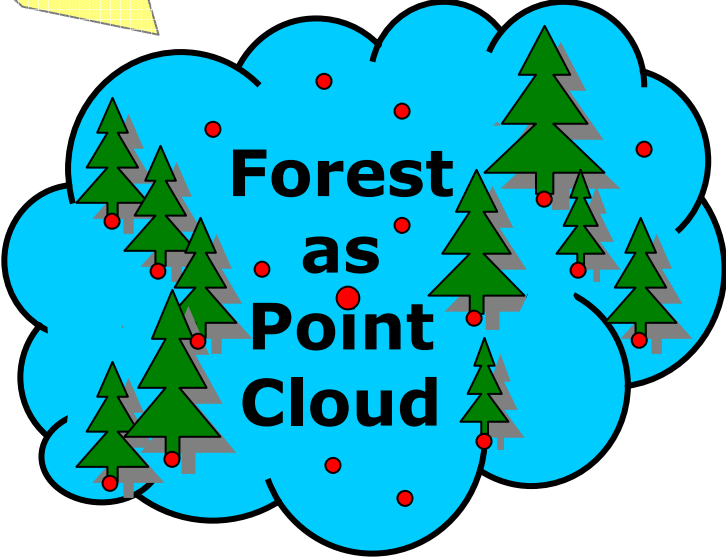
Bestandesattribute aus
Luftbild (Laub – Nadel%)

Standortsattribute aus
Flugzeug – Laserscanning
Seehöhe, Expos. Neig...

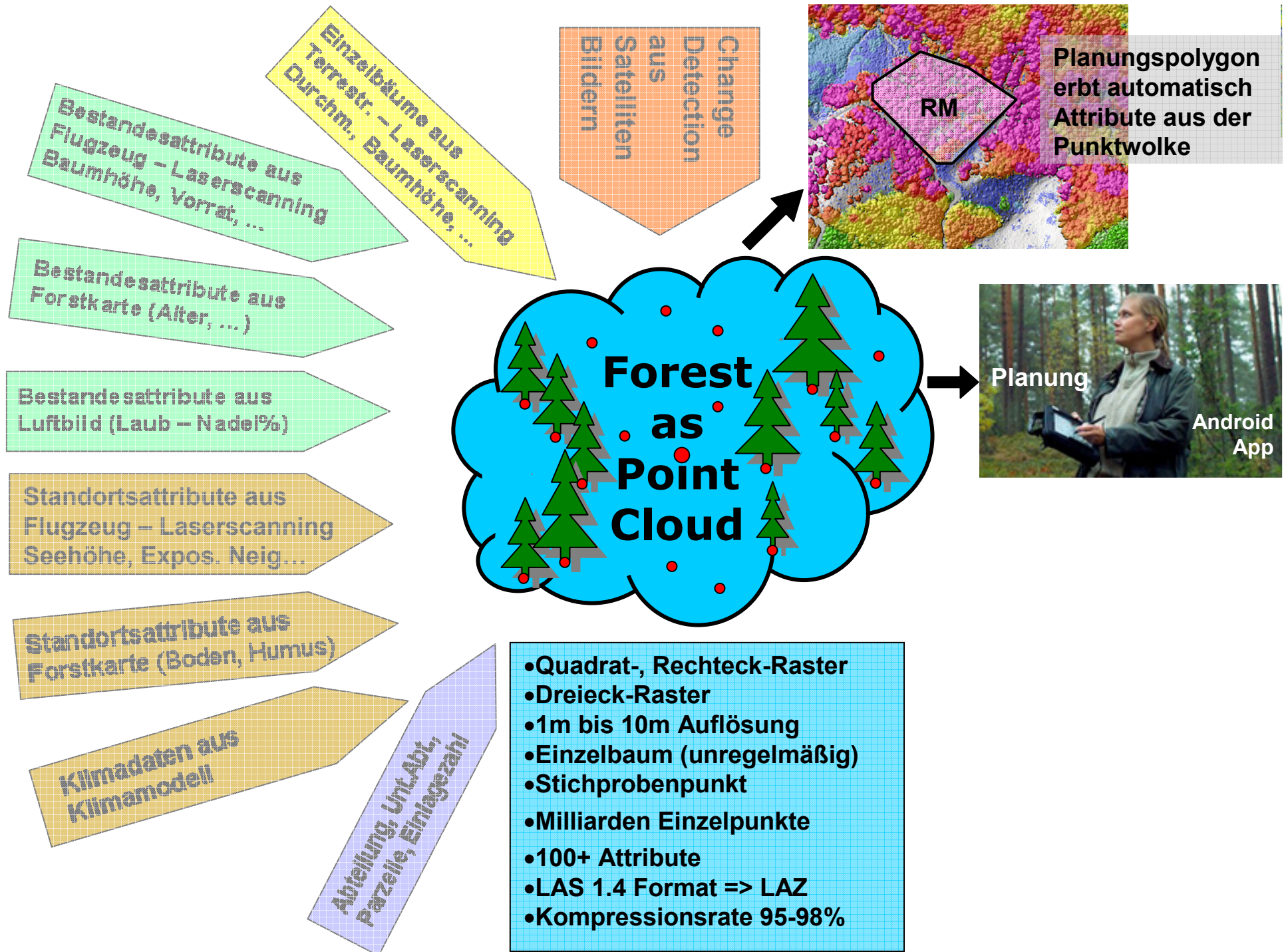
Standortsattribute aus
Forstkarte (Boden, Humus)

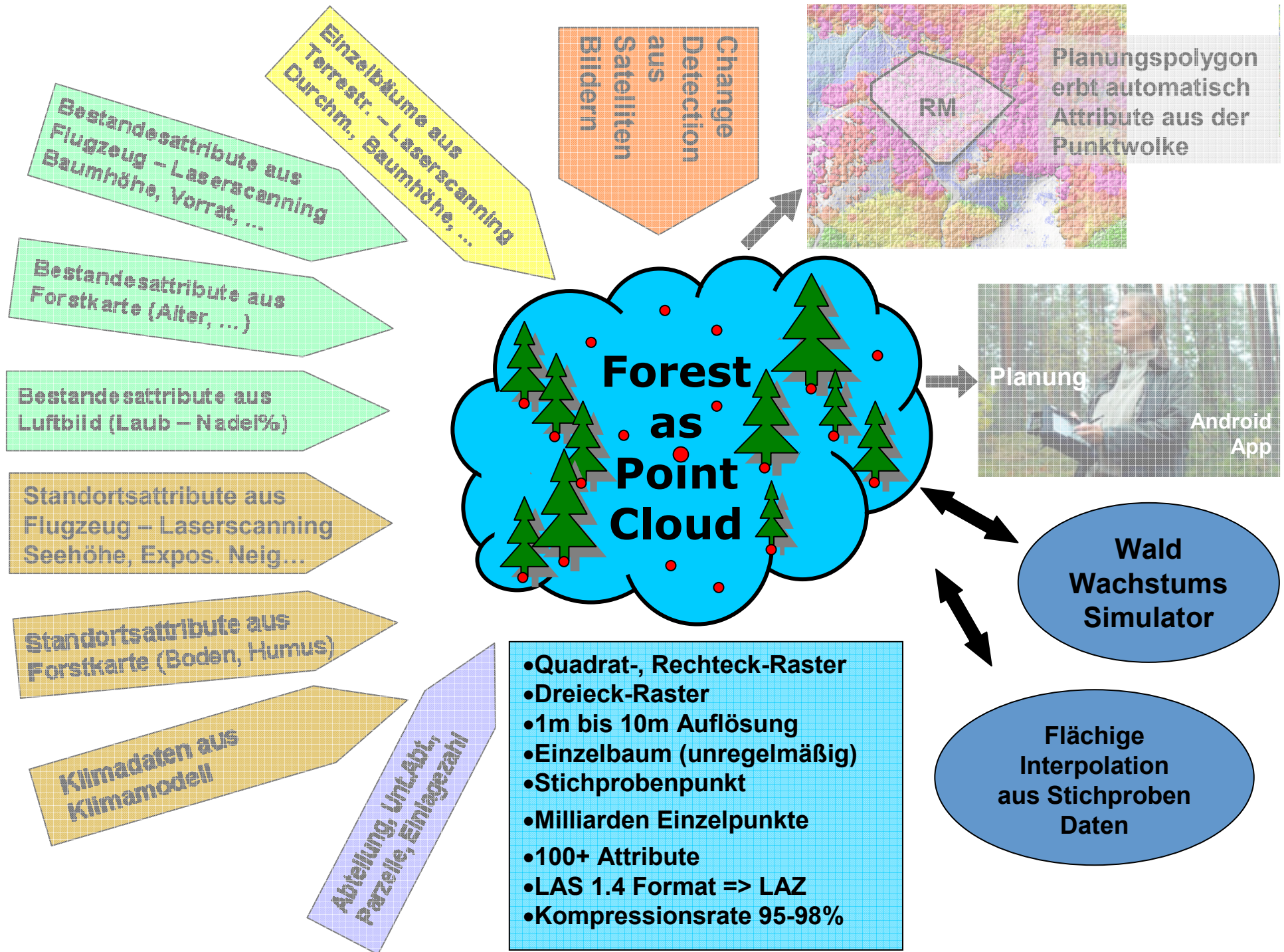
Klimadaten aus
Klimamodell

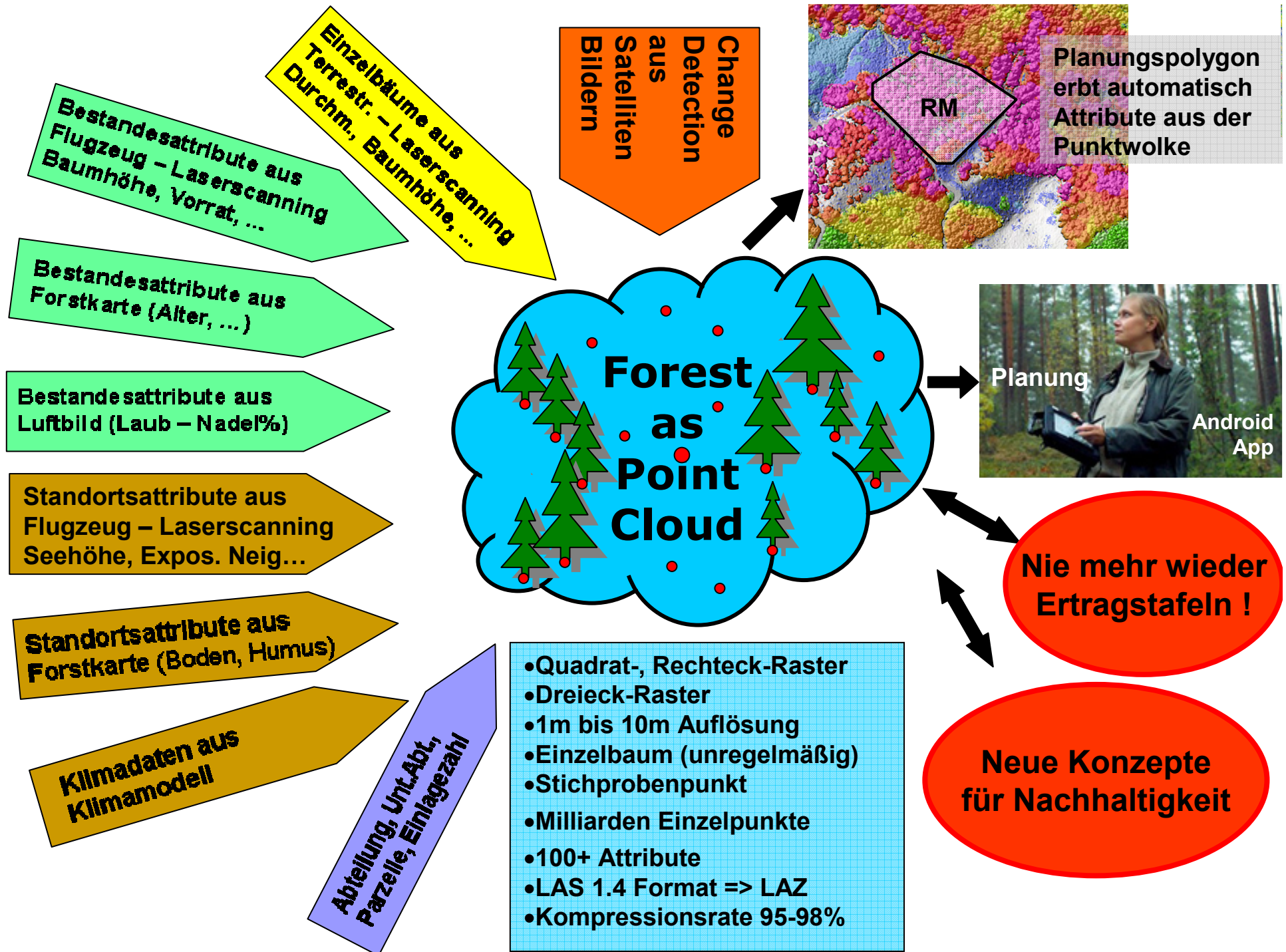
Abteilung, Unt.Abt.,
Parzelle, Einlagezahl

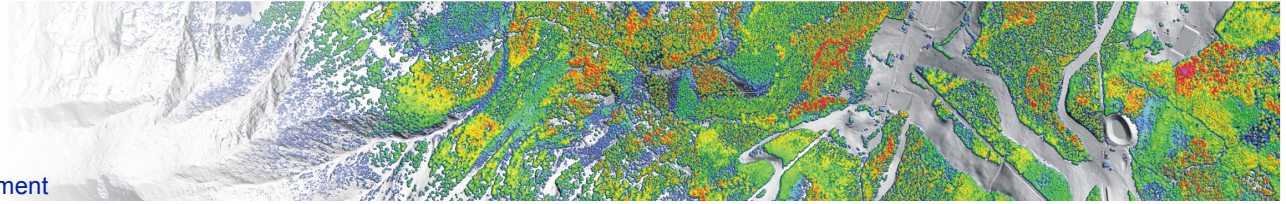


- Quadrat-, Rechteck-Raster
- Dreieck-Raster
- 1m bis 10m Auflösung
- Einzelbaum (unregelmäßig)
- Stichprobenpunkt
- Milliarden Einzelpunkte
- 100+ Attribute
- LAS 1.4 Format => LAZ
- Kompressionsrate 95-98%









Waldwachstumsmodelle:

- Z.B. Moses: benötigt (relative) Positionen der Einzelbäume
=> Konkurrenz der Bäume
- Benötigt Standortparameter
- ALS liefert Exposition, Neigung, Seehöhe, topografischen Index (Relief-Eigenschaften)
- Terrainmodell ermöglicht reliefbezogene Niederschlagsmodellierung
- Neue ALS-Daten mit 16 Punkten je m² liefern Einzelbaumpositionen und Kronengrößen
- Zeitreihen von Kronenhöhenmodellen liefern den Höhenzuwachs
- Drohnen-Laserscanning liefert alles + **Baumdurchmesser**